

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE
E ADMINISTRAÇÃO DE LISBOA



ISCAL

CLUSTERS DE VOLATILIDADE
NO MERCADO DE TAXAS DE
CÂMBIO USD/GBP

Catarina do Couto Simões

Lisboa, Setembro de 2014

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE E
ADMINISTRAÇÃO DE LISBOA

*CLUSTERS DE VOLATILIDADE NO
MERCADO DE TAXAS DE CÂMBIO
USD/GBP*

Catarina do Couto Simões

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Controlo de Gestão e dos Negócios, realizada sob a orientação científica de Sónia Margarida Ricardo Bentes (Professora Adjunta).

Constituição do Júri:

Presidente _____ Doutora Maria do Rosário Justino

Arguente _____ Especialista José Nuno Sacadura

Voga _____ Doutora Sónia Ricardo Bentes

Lisboa, Setembro de 2014

Declaro ser a autora desta dissertação, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido (no seu todo ou qualquer das suas partes) a outra instituição de ensino superior para obtenção de um grau académico ou outra habilitação. Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas. Mais acrescento que tenho consciência de que o plágio – a utilização de elementos alheios sem referência ao seu autor – constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação da presente dissertação.

Dedico esta dissertação à memória do meu pai

Agradecimentos

Em primeiro lugar, tenho de agradecer aos meus pais por me terem dado a possibilidade e a oportunidade de poder investir no meu percurso académico. Por todo o apoio, paciência, compreensão e incentivo que me foi dado para nunca desistir. Ao meu pai, que partiu quando concluí o primeiro ano deste Mestrado, mas foi por ele que não desisti e consegui ultrapassar esta etapa. À minha mãe por ter conhecimento de como estava a ser difícil este último ano, mas que me deu toda a força possível para seguir em frente.

Ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa, por ter sido a escolha para a minha formação académica. A todos os professores tanto da Licenciatura como do Mestrado, que no seu conjunto permitiram a criação de bases para a minha vida profissional. Em especial, tenho de agradecer à professora Sónia Bentes, por ter aceitado ser a orientadora e pela motivação que sempre me transmitiu para a realização desta dissertação.

A todos os meus colegas de Mestrado pelo companheirismo, convivência e entreatajuda que existiu ao longo destes dois anos. Um agradecimento especial ao Luís Santos e à Joana Pinto, por terem sido o meu grande apoio em todas as aulas, trabalhos, dificuldades e pela amizade demonstrada em todos os momentos.

A todos os meus amigos que me acompanharam ao longo destes seis anos, sabendo dos dias mais difíceis que surgiam, nunca me deixaram desanimar. Por todo o apoio e incentivo que me deram em todos os momentos e pela compreensão da minha frequente ausência nestes últimos seis meses. Agradeço em especial ao Pedro Vilas pela ajuda na revisão do Inglês.

Ao Tiago Brito, por me ter acompanhado ao longo desta etapa, sempre na disposição de me ajudar. Agradeço também pela compreensão, apoio e carinho que sempre me deu em todos os momentos, sendo um grande incentivo para não desmoralizar.

Por fim, e não sendo menos importantes, agradeço às minhas colegas de trabalho Marta Correia e Sílvia Machado, que foi pela sua compreensão nos últimos três meses que consegui terminar esta dissertação. Agradeço todo o apoio e disponibilidade que me foi dada na realização deste projecto.

Resumo

O mercado cambial é fundamental para as trocas entre agentes económicos de diferentes países, que na maioria das vezes tais transações obrigam a que exista uma troca de moeda por outra. Para tal, e tendo em conta todas as operações existentes no mercado cambial, é essencial compreender o porquê e prever com a maior fiabilidade possível, o comportamento do mesmo. É por isso que o estudo da volatilidade é fundamental para todos os que participam nos mercados financeiros, podendo prever-se determinadas subidas/descidas dos preços. Existem diversos acontecimentos que causam um efeito na volatilidade dos activos, originando comportamentos que podem ser estudados através de modelos como o *GARCH*, variante do modelo *ARCH*.

Com isto, pretende-se através da investigação perceber o essencial do funcionamento do mercado cambial, bem como dar ênfase às oscilações e estimar a respectiva modelação da volatilidade existente na taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014, no sentido de serem estudados os maiores *clusters* de volatilidade ao longo dos 15 anos em análise. Através da modelação da volatilidade, confirmou-se a existência de *clusters* e comprovou-se que a amostra era heterocedástica, onde aplicando o modelo *AR-GARCH*, capturou-se os efeitos nos dados, justificando portanto a utilização de modelos de heterocedasticidade condicionada.

Palavras Chave: Mercado Cambial, Taxas de Câmbio, Volatilidade, Modelos *ARCH* e *GARCH*, *Clusters* de Volatilidade

Abstract

The forex market is essential for exchanges between economic agents in different countries, in which most of the time such transactions require that there is an exchange of one currency for another. To this end, and taking into account all existing operations in the foreign exchange market, it is essential to understand why and predict with the utmost reliability, the behavior of the same. That is why the study of volatility is essential to all involved in the financial markets, even predicting the ups and downs of the prices. There are several events that cause an effect on the volatility of assets, causing behaviors that can be studied through models such as *GARCH*, *ARCH* model variant.

With this, we intend to realize through research the essential functioning of the forex market, as well as emphasize the oscillations and estimate its existing modeling volatility in the exchange rate USD/GBP in the period of 20 July 1998 to 11 July 2014, in the sense of studying the largest volatility clusters over the 15 years in review. By modeling the volatility, it confirms the existence of clusters and proves that the sample was heteroscedastic, where applying the AR-GARCH model the effects captured in the data, thus justifying the use of models of conditional heteroskedasticity.

Key words: Foreign Exchange Market, Exchange Rates, Volatility, *ARCH* and *GARCH* Models, Volatility Clustering

Índice

Índice de Quadros	xi
Índice de Tabelas	xii
Índice de Figuras	xiii
Lista de Abreviaturas	xv
I. Introdução	1
1.1. Objecto de estudo	1
1.2. Objectivos	2
1.3. Metodologia e relevância do tema	3
1.4. Estrutura da dissertação	3
II. A Volatilidade	5
2.1. Conceito e tipos de volatilidade	6
2.1.1. Volatilidade Histórica ou Estatística	8
2.1.2. Volatilidade Implícita	9
2.1.3. Volatilidade Futura ou Previsional	10
2.2. Modelos de Volatilidade	10
2.2.1. Modelo <i>ARCH</i> – <i>Autoregressive Conditional Heteroscedasticity</i>	11
2.2.2. Modelo <i>GARCH</i> – <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity</i>	14
2.2.3. Estimação dos Modelos <i>ARCH</i> e <i>GARCH</i>	17
2.4. Comportamentos e Clusters na Volatilidade	19
III. O Mercado Cambial	22
3.1. O Mercado de Câmbios	22
3.1.1. Definição, Funções e Características do Mercado Cambial	22
3.1.2. Agentes do Mercado Cambial	24
3.1.3. Activos Negociáveis no Mercado Cambial	26
3.2. As Taxas de Câmbio	27
3.2.1. Factores que influenciam as taxas de câmbio	29
3.2.2. Previsões das taxas de câmbio	33
3.3. Organização e Funcionamento do Mercado Cambial	35
3.3.1. Organização e Funcionamento do Mercado de Câmbios à vista (<i>Spot</i>)	36

3.3.2. Organização e Funcionamento do Mercado de Câmbios a prazo (<i>Forward</i>)	37
3.3.3. Determinantes das Taxas de Câmbio no Mercado à vista (<i>Spot</i>)	37
3.3.4. Determinantes das Taxas de Câmbio no Mercado a prazo (<i>Forward</i>)	39
3.4. Comportamentos no Mercado Cambial.....	39
IV. Estudo Empírico.....	43
4.1. Metodologia.....	44
4.2. Caracterização e Descrição da Amostra	49
4.2.1. Análise das Rendibilidades da taxa de câmbio	52
4.2.2. Estatísticas Descritivas das Rendibilidades da taxa de câmbio	55
4.3. Modelação da Volatilidade Condicionada.....	58
4.3.1. Verificação dos pressupostos.....	59
4.3.2. Análise dos resíduos do modelo <i>AR</i> (<i>p</i>).....	69
4.3.3. Estimação do modelo <i>GARCH</i> (<i>p,q</i>).....	73
4.4. Análise e conclusão do estudo	78
V. Conclusão	79
Referências Bibliográficas	81

Índice de Quadros

Quadro 3.1. Resumo Comportamentos Mercado Cambial	42
--	----

Índice de Tabelas

Tabela 4.1. Exemplo do cálculo da rendibilidade.....	53
Tabela 4.2. Medidas de estatística descritiva das rendibilidades diárias da taxa de câmbio no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014.....	56
Tabela 4.3. Resumo dos resultados dos testes ADF e KPSS.....	64
Tabela 4.4. Resultados do teste à ausência de autocorrelação nas rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP	66
Tabela 4.5. Resultados do teste à ausência de heterocedasticidade nas rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP.....	67
Tabela 4.6. Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo <i>AR</i> (2) para as rendibilidade da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014	71
Tabela 4.7. Resultados do teste de <i>Breusch-Godfrey</i> (<i>BG</i>) para os resíduos <i>AR</i> (2) das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP.....	73
Tabela 4.8. Resultados da estimação dos modelos <i>GARCH</i> (1,1) para as rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014	74
Tabela 4.9. Resultados do teste à ausência de heterocedasticidade nos resíduos do modelo <i>GARCH</i> (1,1) para a taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014.....	75
Tabela 4.10. Tabela dos resíduos do modelo <i>GARCH</i> (1,1) para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014	77

Índice de Figuras

Figura 2.1. Níveis de Volatilidade.....	7
Figura 3.1. Cotações Taxas de Câmbio (Compra e Venda)	28
Figura 3.2. Importações e procura de dólares.....	30
Figura 3.3. Exportações e oferta de dólares	31
Figura 3.4. Importações e depreciação do euro.....	32
Figura 3.5. Exportações e depreciação do euro	32
Figura 3.6. Teoria da Paridade do Poder de Compra	38
Figura 4.1. Evolução dos Preços Médios Diários da Taxa de Câmbio USD/GBP entre 13/07/1998 e 14/07/2014	49
Figura 4.2. Cálculo da Rendibilidade do logaritmo	53
Figura 4.3. Evolução das rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho 2014	54
Figura 4.4. Histograma das rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014.....	56
Figura 4.5. Resultados do teste ADF (baseado na constante) das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014.....	62
Figura 4.6. Resultados do teste ADF (baseado na constante e tendência) das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014	63
Figura 4.7. Resultados do teste KPSS (baseado na constante) das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014.....	63
Figura 4.8. Resultados do teste KPSS (baseado na constante e tendência) das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014	63
Figura 4.9. Correlograma das Rendibilidades diárias da taxa de câmbio de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014	65

Figura 4.10. Resultados do teste de <i>Breusch-Godfrey (BG)</i> para as rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014.....	66
Figura 4.11. Resultados do teste de <i>ARCH-LM</i> para as rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014	67
Figura 4.12. Correlograma do quadrado dos resíduos para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014..	68
Figura 4.13. Histograma dos resíduos do modelo <i>AR (2)</i> para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho 1998 a 11 de Julho de 2014.....	70
Figura 4.14. Correlograma dos resíduos do modelo <i>AR (2)</i> para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014	72
Figura 4.15. Resultados do teste à ausência de autocorrelação nos resíduos do modelo <i>AR (2)</i> das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014	72
Figura 4.16. Resultados do teste à ausência de heterocedasticidade nos resíduos do modelo <i>GARCH (1,1)</i> para a taxa de câmbio USD/GBP	75
Figura 4.17. Correlograma do quadrado dos resíduos do modelo <i>GARCH (1,1)</i> para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014	76
Figura 4.18. Histograma dos resíduos do modelo <i>GARCH (1,1)</i> para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014	76

Lista de Abreviaturas

ADF – Augmented Dickey Fuller

AIC – Akaike Information Criterion

AR - Autoregressive

ARCH – Autoregressive Conditional Heteroscedasticity

ARMA – Autoregressive Moving Average

CMVM – Comissão de Mercado e Valores Mobiliários

EUA – Estados Unidos da América

FMI – Fundo Monetário Internacional

FOMC – Federal Open Market Commodities

GARCH – Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity

GBP – Great Britain Pound

GED – Generalized Error Distribution

JB – Jarque-Bera

KPSS – Kwiatkowski-Phillips-Schmidt- Shin

LM – Lagrange Multiplier

MLE – Maximum Likelihood Estimator

MMQ – Método dos Mínimos Quadrados

MMV – Método da Máxima Verosimilhança

OLS – Ordinary Least Squares

SIC – Schwartz Information Criterion

USD – United States Dolar

I. Introdução

Desde o Século XIX que a globalização do comércio passou a fazer parte do quotidiano de muitos indivíduos, o que levou ao desenvolvimento das funções da moeda para a troca entre os diferentes países. Conforme afirma Porfírio (2003:32) que «cada país tenderia a adoptar [...] a sua própria moeda [...] para que [...] a moeda pudesse funcionar entre diferentes economias, foi preciso que aparecesse um sistema que [pudesse] regular/regulamentar os pagamentos internacionais, só assim podendo a moeda exercer as suas funções fora das fronteiras de um país».

Actualmente, e cada vez mais as empresas optam por recorrer aos mercados internacionais tanto a nível de financiamento, como para as transações de comércio. Para isso, têm de obter diferentes divisas para as suas operações entre os diversos países, ou seja, é necessário a troca de moeda nacional por moeda estrangeira, ou vice versa, dependendo do tipo de transação.

É aqui que surge o mercado cambial, mais propriamente as taxas de câmbio. Esta necessidade que existe em trocar uma determinada moeda por outra, leva-nos às cotações a que são transacionadas estas trocas: a cotação de compra e a de venda.

Desta forma é fundamental compreender o porquê de todos os dias existirem oscilações nas taxas de câmbio, analisando os picos de volatilidade ao longo dos anos, através da modelação de volatilidade condicionada. O principal passa também por estudar quais os motivos e acontecimentos que causam e têm causado uma maior volatilidade neste activo, bem como as eventuais consequências ou vantagens que advém do comportamento inconstante das taxas de câmbio.

1.1. Objecto de estudo

Segundo Silva *et al.* (2013) o mercado cambial reflete-se como o maior mercado financeiro mundial. Com isto, pretende-se investigar o comportamento das taxas de câmbio, que se apresentam bastante voláteis, face a determinados acontecimentos, e de que forma este comportamento afecta as transações entre países e consequentemente os mercados financeiros.

É por isso fundamental compreender o conceito de volatilidade, que segundo alguns autores (Bentes, 2011 *apud* Hsu e Murray, 2007; Vilder e Visser, 2007 e Daly, 2008) é

utilizada para apontar as oscilações de determinado activo num período de tempo, bem como os modelos possíveis de a determinar.

Será também dada importância à forma como se comporta a volatilidade, onde serão realçados os *clusters* na volatilidade da taxa de câmbio USD/GBP. Por sua vez, é também importante compreender o mercado cambial, as suas características e funções, dando ainda assim maior ênfase às taxas de câmbio no que diz respeito ao seu comportamento, tanto a nível da Europa como do mundo. É então através de conceitos bastante distintos, mas que se relacionam por inteiro, que será realizado o estudo da volatilidade no mercado da taxa de câmbio que envolve um país Europeu e um Norte Americano.

1.2. Objectivos

Através da realização deste trabalho de investigação pretende apresentar-se e demonstrar quais os motivos e principais acontecimentos que influenciam a volatilidade, seja ela reduzida ou elevada, das taxas de câmbio a nível mundial, mas que aplicado a este caso, o estudo recairá especificamente sobre a taxa de câmbio USD/GBP.

Em termos teóricos, conforme referido no ponto anterior, pretende compreender-se a volatilidade e o mercado cambial. No estudo da volatilidade será dada importância aos modelos de volatilidade condicionada, que serão estes os processos utilizados para comprovar a existência de alta ou baixa volatilidade na taxa de câmbio em estudo. A análise tem por base os dados disponíveis nos principais mercados de taxas de câmbio USD/GBP, aplicando os modelos de volatilidade *ARCH* e suas variantes.

Com isto, espera-se essencialmente compreender, numa primeira fase, o conceito e características da volatilidade, onde serão estudados os modelos de respectiva estimação, bem como o comportamento e particularidades do mercado cambial. Como componente prática desta investigação, serão realizados alguns dos testes mais importantes da estimação da volatilidade, com o objetivo de comprovar a presença de *clusters* no comportamento da taxa de câmbio, através de testes de autocorrelação, heterocedasticidade, estacionariedade, etc. que levarão ao modelo *GARCH*.

1.3. Metodologia e relevância do tema

Desde os anos 40 que o mundo se deparava com problemas acerca das formas de pagamentos entre países diferentes. Já nessa altura, e segundo Mendonça (1992) as negociações que decorriam em *Bretton-Woods*, apresentavam de um lado o economista John Maynard Keynes e do outro o representante americano do Governo, Harry Dexter White. Os ingleses apresentavam-se receosos das consequências que poderiam surgir devido à supremacia dos EUA no que dizia respeito às relações económicas internacionais; por sua vez, os americanos pretendiam exactamente reafirmar a nível internacional o domínio que já era evidente por parte da sua economia.

Com isto, e devido ao crescimento no desenvolvimento das trocas internacionais, passou a ser fundamental para os empresários ter com conta o risco cambial, através do conhecimento e da análise da evolução das taxas de câmbio. Assim, é importante estudar as oscilações e causas que implicam variações no comportamento dos activos financeiros. Ou seja, a determinação da volatilidade constitui uma medida de prevenção aos possíveis comportamentos futuros de um determinado activo.

Desta forma, e tendo em conta que os países envolvidos na taxa de câmbio USD/GBP apresentam desde há muitos anos uma grande potência económica, optou-se por estudar o comportamento desta taxa, tendo em conta os factores económicos que foram ocorrendo ao longo dos 15 anos em análise, com o intuito de verificar a existência de comportamentos mais ou menos voláteis a par desses acontecimentos. Os dados serão recolhidos do Oanda, desde 1998 até 2014, onde se pretende comprovar a existência de *clusters* na volatilidade, que permite aos investidores preverem de forma fiável o que poderá acontecer no futuro, tomando decisões acertadas.

1.4. Estrutura da dissertação

Tal como referido anteriormente, o trabalho de investigação incidirá principalmente no estudo do mercado internacional das taxas de câmbio e os respectivos *clusters* de volatilidade na taxa de câmbio USD/GBP, tendo em conta o comportamento e variações existentes ao longo dos anos.

Assim sendo, o trabalho divide-se em diversos capítulos, estruturados da seguinte forma:

Capítulo I – Introdução: Neste primeiro capítulo será exposto o tema, explicando o porquê da escolha do mesmo e indicando o que se pretende provar/demonstrar com a investigação, apresentando o objecto e objectivos do estudo. Inclui ainda a metodologia e relevância do tema usados na elaboração da dissertação.

Capítulos II e III – Enquadramento Teórico: Estes capítulos centram-se essencialmente na apresentação teórica da dissertação, analisando os principais conteúdos que a compõem tendo em conta o tema escolhido. Neste caso, trata-se da exposição dos temas relacionados com a volatilidade e respectivos modelos, bem como do mercado cambial e taxas de câmbio. Esta parte do trabalho é fundamental visto que é feito o enquadramento teórico de toda a dissertação, onde se pode compreender o contexto e a forma como se chega aos resultados e conclusões finais no estudo empírico da dissertação.

Capítulo IV – Estudo Empírico: Neste capítulo apresenta-se a forma como será elaborada a investigação, através da pesquisa e dados disponíveis para a análise do tema da dissertação. Aqui será exposta a amostra da taxa de câmbio USD/GBP, num período de 15 anos (de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014). Amostra essa que será o objecto da análise. Após esta análise serão então aplicados os modelos *ARCH* e *GARCH*, estudados no Capítulo 2. Isto é, será comprovada a existência de *clusters* de volatilidade ao longo do período em análise.

Capítulo V – Conclusão: Após a completa investigação e análise de todos os dados, este capítulo apresentará todas as conclusões retiradas com a realização da dissertação.

II. A Volatilidade

Desde há alguns anos que o tema da Volatilidade tem sido muito debatido face à sua importância para todos os participantes nos diversos mercados financeiros. Prever e analisar as oscilações existentes no mercado pode ser fundamental para evitar o risco ou por outro lado, beneficiar dele aumentando a rentabilidade dos activos. Desta forma, a Volatilidade é compreendida como uma medida de risco para todos os activos existentes nos mercados, sendo possível analisar alguns factores que implicam e influenciam a existência de comportamentos diferentes num determinado momento. Através destes comportamentos existentes nos mercados e por sua vez na Volatilidade, é importante que sejam identificados os principais *clusters*, sendo também possível determinar qual a estabilidade ou não de um determinado título.

Assim sendo, ao longo dos anos, o estudo da Volatilidade foi evoluindo através da incidência da investigação por parte de alguns autores acerca deste tema. O primeiro surgiu por parte de Kendall (1953) afirmando que o comportamento dos activos face aos seus preços apresentava-se com movimentos aleatórios. A par desta teoria surgiu também uma definição de Bowerman & O'Connell (1979) afirmando que a volatilidade apresentava períodos com uma série de resíduos aleatórios, após reduzir os componentes de tendências, ciclos e sazonalidade, ao longo de determinado tempo, com uma média zero e variância uniforme. Posteriormente, outros autores tais como Grossman e Shiller (1981), apresentaram evidências de que na maioria dos casos as cotações apresentadas não representavam exatamente o valor elementar das empresas, realçando o facto de existir uma influência estocástica presente nos comportamentos dos mercados.

Por fim, os estudos acerca da Volatilidade foram determinados por Engle (1982) e Bollerslev (1986), afirmando que a existência da série de resíduos poderia não apresentar um comportamento aleatório puro. Isto é, foi possível verificarem que a volatilidade dos dados não é exatamente estável em praticamente todas as séries temporais, fazendo com que essas séries não apresentem a homocedasticidade que seria de desejar, ou seja, não apresentam desvios padrões constantes. Visto que tal não acontece, apresenta-se o contrário, em que este processo se denomina por heterocedástico, dividindo-se a volatilidade em condicional e incondicional. A volatilidade condicional traduz-se então nas oscilações ao longo do tempo e é observada através dos modelos de análise de

heterocedasticidade condicional; a volatilidade incondicional, que seria de facto constante.

Com isto, os autores desenvolveram modelos que dessem resposta aos efeitos causados por estas duas vertentes da volatilidade. Engle (1982) surgiu com um modelo, denominado por modelo *ARCH – Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (Heterocedasticidade Condicionada Auto-Regressiva). Este modelo determina que a variância de uma série temporal se altera com o passar do tempo, em conformidade com a observação dos erros que são previstos no passado. Por outro lado, Bollerslev (1986) desenvolve o modelo *GARCH – Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (Heterocedasticidade Condicionada Auto-Regressiva Generalizada), em que a variância condicionada em determinado período de tempo, para além dos erros de previsão que são observados no passado, está também dependente das variâncias condicionadas observadas no passado. Desta forma, ambos os modelos de volatilidade comportam simetricamente os efeitos dos retornos positivos e negativos sobre a volatilidade.

Nos anos seguintes, existiram alguns estudos que originaram diversas variantes destes dois modelos, para que fosse possível explicar melhor o comportamento dos activos dos mercados financeiros. Surgiram portanto muitos artigos e investigações acerca deste tema, sendo de realçar o facto de a volatilidade ser fundamental na informação que é necessária aos investidores e para quem toma decisões importantes, com o intuito de as aplicações de capital poderem trazer o máximo de eficiência.

2.1. Conceito e tipos de volatilidade

Para uma melhor compreensão acerca deste tema, inicia-se o capítulo expondo o conceito e os diversos tipos de volatilidade existentes. Normalmente, a volatilidade é considerada como uma medida que determina a variação dos preços dos activos, tendo em conta o seu valor médio em determinado período de tempo. Portanto, quanto maior for essa variação, maior será a volatilidade. Sendo uma variável que não é diretamente observável, é então calculada segundo a variância ou o desvio padrão dos rendimentos do activo, face à sua variação percentual das cotações diárias, semanais ou mensais, durante um determinado intervalo de tempo, medindo por isso a variabilidade dos rendimentos. A volatilidade é ainda utilizada para prever e quantificar o risco associado a esse activo, no mesmo período

de tempo. Revela-se ainda como um instrumento fundamental para os gestores de risco, seleção de carteiras, derivação de preços, etc. e para a estabilidade do mercado.

Para que se possa compreender de que forma existe alta ou baixa volatilidade na análise de um activo, apresenta-se a Figura 2.1., em que é possível verificar a existência de uma volatilidade baixa ou alta.

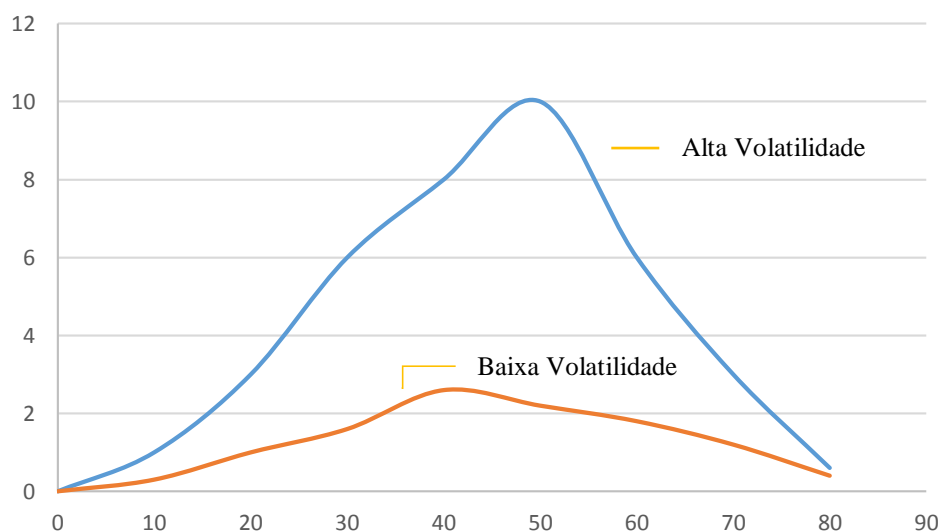


Figura 2.1. Níveis de Volatilidade

Fonte: Adaptado de Ferreira (2009:352)

A Volatilidade calcula-se pelo do desvio padrão, representado através do símbolo σ , medindo os desvios existentes face à média, em que quanto maior for o valor deste, maior discrepância existe, estando por isso os valores bastante afastados da média. E o inverso significa que é possível realizar valores mais próximos da média.

A fórmula para calcular o desvio padrão é dada pela seguinte expressão segundo Ferreira (2009:357):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2.1)$$

em que,

n = número de observações

X = logaritmo do quociente entre duas cotações sucessivas: $\ln (P_t / P_{t-1})$

\bar{X} = média aritmética de X_t

Deve ser tido em conta a base de calendário do ano que se pretende calcular (360, 365 ou 366 dias), comercial, civil ou bissexto, respectivamente.

Visto existirem variados métodos possíveis para a determinação da volatilidade, cada investidor utiliza aquele que para si é mais adequado, tendo em conta os mercados e objetivos da sua análise. Desta forma, importa compreender os diversos modelos e a sua forma de aplicação, bem como todos os tipos de volatilidade existentes: A Volatilidade Histórica ou Estatística, Implícita e Futura ou Previsional.

2.1.1. Volatilidade Histórica ou Estatística

A Volatilidade História ou Estatística consiste numa medida de risco total dos activos financeiros, sendo baseada nas oscilações dos preços ocorridos no passado. É possível de ser calculada através da variância dos resultados ou do desvio-padrão do rendimento periódico dos títulos, durante um período passado anteriormente àquele que se pretende que seja estimada a volatilidade. Isto é,

$$\ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) . \quad (2.2)$$

Ainda assim torna-se um limitador na sua estimação, visto que os valores do passado muito dificilmente se voltam a repetir. Este tipo de Volatilidade permite ainda que sejam criadas expectativas que possibilitam a previsão dos valores futuros tendo por base os valores históricos. Sendo valores passados, não refletem necessariamente os acontecimentos que virão no futuro, embora seja uma tentativa de estimar esse movimento.

Por outro lado, são ainda colocados determinados problemas aos analistas na sua utilização da informação, acerca de quais os valores e cotações devem ser utilizados, os de fecho ou de abertura, e se máximos ou mínimos tendo em conta o estudo de Ferreira (2009). Esta situação é propícia para que surjam alguns problemas ou divergências de opinião entre eles. Existe ainda a possibilidade de incorporar ou não ponderadores, em que estes imputam menos importância aos acontecimentos do passado, visto que apresentam menor influência na volatilidade e, por outro lado, concedem maior relevância aos acontecimentos que sucederam num passado mais recente já que terão um maior impacto na volatilidade presente e futura.

Concluindo, a Volatilidade Histórica ou Estatística funciona então como um ponto de partida para a tentativa de estimar a Volatilidade Futura.

2.1.2. Volatilidade Implícita

A Volatilidade Implícita por sua vez aplica-se apenas aos contratos de Opções, indicando o que o mercado pensa acerca da volatilidade das opções em análise, naquele momento. Este tipo de Volatilidade é então utilizado para a criação de estratégias e na avaliação de opções e não para cobrir o risco. O cálculo da volatilidade é efectuado através da igualdade entre o preço teórico e o preço real das opções. Ou seja, o modelo utilizado para medir a Volatilidade Implícita é o modelo de *Black-Scholes*, resolvendo-se em ordem à variável representativa da volatilidade, passando o prémio da opção a ser uma variável explicativa.

Ferreira (2009) afirma que a volatilidade é calculada tomando como *input* do modelo utilizado, o preço do mercado da opção, passando a volatilidade a ser o *output*. O valor que é normalmente utilizado é o do fecho das opções, mas é mais aconselhado e precisa a utilização do valor médio dos preços de compra (*bid*) e de venda (*ask*) das opções, em que quando o nível de Volatilidade Implícita sobe, o preço das opções tende também a subir e vice-versa. Através da Volatilidade Implícita e Histórica é possível criar estratégias de comercialização, tendo em conta a estimativa da volatilidade do mercado e medindo os níveis de opinião acerca da volatilidade de mercado de todos os activos existentes.

Ao longo dos anos foram realizados testes por parte de alguns autores para verificar a estimativa da volatilidade futura que estará próxima da realidade quanto mais eficiente for o mercado, auxiliando nas decisões de qual a direção a seguir, caso os índices sejam bem analisados e utilizados. Ou seja, segundo Jorion (1995) existem duas possíveis explicações: em primeiro lugar, os testes que foram realizados podem conter erros, ou em segundo lugar, as opções do mercado não são eficientes, acrescentando ainda que a Volatilidade Implícita é uma previsão eficiente mas enviesada da Volatilidade Futura.

2.1.3. Volatilidade Futura ou Previsional

Ao longo dos anos foram surgindo variados métodos para determinar o valor da volatilidade com a maior aproximação possível, no entanto não existe nenhum que seja o mais correcto. Esta é uma questão que muitos dos investigadores e especialistas nesta área enfrentam na actualidade e em todos os momentos que seja necessária uma previsão dos comportamentos do mercado. Ou seja, a Volatilidade Futura ou Previsional do preço do activo subjacente para o período da opção até ao seu termo, é difícil de estimar.

Esta incerteza do futuro exige que viva uma tentativa de prever o que irá acontecer no futuro, utilizando os valores da volatilidade passada e presente, com o intuito de atingir valores que sejam pontos de partida para análises que tentam projectar possíveis cenários para o futuro.

Uma gestão adequada do risco que uma carteira compreende, impõe uma eficaz previsão das oscilações dos preços dos activos no mercado, tendo em conta que quanto mais incerto for um mercado, maior será a instabilidade dos preços e maior será a variância dos rendimentos, originando consequências que trazem pequenos ou grandes ganhos, ou até mesmo perdas, conforme a situação a que se aplique.

Tal como foi referido anteriormente, e embora não haja nenhum modelo que seja o mais adequado para prever a volatilidade dos activos, neste trabalho será dada importância aos modelos de *ARCH* e *GARCH* como exposição de métodos possíveis para estimar a volatilidade existente nos mercados financeiros.

2.2. Modelos de Volatilidade

A Volatilidade não é directamente observável no mercado, podendo apenas ser estimada no contexto de um modelo. Ferreira (2009:430) defende que «Um modelo de volatilidade deve ser capaz de prever a volatilidade, de captar e reflectir os factos mais relevantes sobre a volatilidade dos rendimentos dos preços, em especial, persistência, reversão para a média, impacto assimétrico das boas e más notícias e a influência de variáveis exógenas diversas». São muitas as abordagens que tentam explicar o comportamento da volatilidade através dos modelos de heterocedasticidade condicionada, que tal como todos os mecanismos apresenta vantagens e limitações.

Tal como foi referido anteriormente, a primeira tentativa da modelagem da volatilidade surgiu com Engle (1982) através do modelo *ARCH*, em que a variância condicionada é expressa como um desfasamento distribuída do quadrado dos valores dos retornos passados. Isto é, o retorno na série é não-correlacionado serialmente, mas a volatilidade depende dos retornos passados por meio de uma função quadrática. Este modelo tem vindo a ser estudado e aperfeiçoado ao longo dos anos, surgindo outros modelos com o objectivo de melhorar vários tipos de fenómenos que condicionam a volatilidade. A principal finalidade é tentar adequar a análise em conformidade com cada situação ou com os objectivos dos investigadores, garantindo que a capacidade de previsão do comportamento dos mercados é o mais fiável possível.

Mais tarde, Bollerslev (1986) aperfeiçoou então este modelo através do modelo *GARCH*. Propôs que a volatilidade condicionada fosse função não só dos quadrados dos erros passados (X_t^2), mas também dos seus próprios valores (σ^2_{t-1}), ou seja, inclui volatilidades anteriores na fórmula da variância condicional, permitindo que o modelo fosse mais económico. Trata ainda dos retornos positivos e negativos de forma semelhante, visto que os retornos negativos aumentam mais a volatilidade do que os retornos positivos.

Em anos seguintes foram ainda desenvolvidos outros modelos de aperfeiçoamento destes dois, mas que não serão objecto de estudo neste trabalho. Face a uma melhor e mais aprofundada explicação do modelo *ARCH* e *GARCH*, será apresentada uma exposição de cada modelo, definições e respectivas limitações.

2.2.1. Modelo *ARCH* – *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*

Um dos factores importantes para o estudo da volatilidade é o facto das séries financeiras não apresentarem um retorno onde a variância é constante no tempo, criando assim grupos de activos com diferentes graus de volatilidade e média constante. Segundo Ferreira (2009:432) os modelos *ARCH* têm como principal função dar resposta «à constatação empírica de que a volatilidade não é constante nos dados de natureza financeira e são baseados no pressuposto que a componente aleatória do modelo apresenta alterações na variabilidade». Desta forma, é ainda possível considerar estes modelos como uma forma especial de sucessões cronológicas não-lineares, permitindo assim que as oscilações dos activos financeiros sejam estudados de uma forma mais pormenorizada. Este estudo foi então iniciado por Engle (1982), passando a existir a possibilidade de modelar

simultaneamente a média e a variância de uma série de activos, surgindo com isto a variância condicional modelada como um termo autorregressivo. Ser autorregressivo segundo Araújo (2010) significa que diz respeito ao elemento de persistência da volatilidade, enquanto a referência heterocedasticidade condicional descreve a dependência presumida da volatilidade corrente em relação ao nível de volatilidade efectiva no passado.

Com isto, o modelo *ARCH* descreve então a variância condicionada σ_t^2 , que permite a variação ao longo do tempo como uma função linear dos quadrados dos erros do passado, mas deixando a variância não condicionada constante, em que o risco da actualidade depende do risco observado no passado, afirma Ferreira (2009).

A fórmula base deste modelo é dada pela seguinte expressão:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 \quad (2.3)$$

onde,

$$u_t = \varepsilon_t \sigma_t,$$

$$E[\varepsilon_t] = 0,$$

$$\text{Var}[\varepsilon_t] = 1,$$

$$\text{Cov}[\varepsilon_t; u_{t-i}] = 0$$

com, ε_t : *i.i.d.* (*independent and identical distribution*) e independente de u_{t-i} ($i \in \mathbb{Z}$)

$\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$ ($i = 1, 2, \dots, q$): a soma de todos os parâmetros tem de ser inferior a 1, para cumprir a condição de estacionariedade fraca.

Assim, σ_t^2 segue um processo do tipo *ARCH* (q), em que σ_t^2 é a variância do erro da previsão condicionada pela informação passada. Segundo o autor Bera-Higgins (1993), quanto maior for o valor de (q), mais longos tenderão a ser os episódios de volatilidade.

Contudo, este modelo apresenta algumas limitações nos pressupostos, embora seja uma importante aproximação. Bentes (2011) *apud*. Brooks (2002) descreve as seguintes:

→ Não existe uma metodologia que determine de forma correcta o número máximo de defasamentos, com o intuito de alcançar a volatilidade do processo.

→ A necessidade para que exista um número elevado de defasamentos para captar todas as dependências da variância condicionada, originando assim um modelo pouco parcimonioso.

→ Uma possível transgressão das restrições de não negatividade, visto que ao manter tudo constante, quanto mais parâmetros forem introduzidos no modelo da equação de variância condicionada, maior será a probabilidade de existirem valores negativos.

Por sua vez, para que seja de mais fácil compreensão, Ferreira (2009) apresenta assim as seguintes limitações nos pressupostos dos modelos padrão *ARCH*:

- ✓ Orientam-se basicamente para rendimentos de sucessões cronológicas e as decisões financeiras dependem de outras variáveis;
- ✓ Assumem a existência de meios envolventes bastante estáveis e não capturam acontecimentos associados com turbulência, designadamente, fusões, aquisições, reestruturações, boas e más notícias, alterações e choques bruscos ou outros;
- ✓ A evolução dos preços é modelada com base no conhecimento comum incorporando preços passados, mas não levando em conta informações do foro particular de alguns intervenientes.

Para completar todas estas limitações, Bollerslev *et al.* (1992) acrescenta ainda que, dado o facto que existe uma tendência para sobreavaliar os efeitos da persistência nas observações, o modelo é também incapaz de captar o efeito alavanca, sendo bastante importante no estudo das rendibilidades. Outros autores da época, acrescentam ainda que o facto dos modelos *ARCH* e seus derivados serem modelos estatísticos e não modelos económico/financeiros, tornam-se demasiado complexos e desta forma, em muitas situações podem não ser apropriados.

Com isto, e para concluir este ponto, importa ainda referir que ao longo do tempo foi possível ultrapassar algumas destas limitações através da criação de novos modelos como o *GARCH* e suas variantes.

2.2.2. Modelo *GARCH* – *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*

Este modelo constitui então uma evolução natural do modelo *ARCH*, sendo sugerido por Bollerslev (1986), que consiste em modelar a variância condicionada não só em função do quadrado dos erros passados, mas também em função dos valores passados da variância condicionada. Ou seja, o modelo baseia-se no pressuposto de que as previsões nas variações da variância no tempo dependem da variância passada dos activos financeiros. Isto é, sugere que deve ser introduzida uma variável de média móvel na variância heterocedástica dos activos financeiros.

Tanto o modelo *ARCH* como o *GARCH* apresentam-se como mecanismos estocásticos, onde a volatilidade condiciona os rendimentos do futuro próximo, sendo o modelo *GARCH* um processo que inclui as variâncias passadas na explicação das variâncias futuras. A modelação *ARCH* ao ser baseada numa relação autorregressiva, pode levar a uma ordem de atrasos (q) bastante elevada e conseqüentemente conduz à estimação de um significativo número de parâmetros.

Bollerslev (1986) afirma ainda que o modelo constitui uma técnica de séries temporais que permite utilizar o modelo de dependência serial da volatilidade. Visto que existe dificuldade para estimar os coeficientes do modelo *ARCH*, dado que existe frequentemente uma ordem (q) elevada, o modelo *GARCH* vem acrescentar a dependência da variância em relação à variância passada. Ou seja, o modelo *GARCH* ou *GARCH* (p, q), formula que a variância condicional é parametrizada como uma função linear dos quadrados dos erros passados e das variâncias condicionais passadas.

Este modelo apresenta a sua fórmula através da seguinte expressão:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (2.4)$$

em que,

p – grau do processo *GARCH*

q – grau do processo *ARCH*

$$u_t = \varepsilon_t \sigma_t$$

Se $p = 0$, então o modelo *GARCH* ($0, q$) é equivalente ao modelo *ARCH* (q).

As seguintes restrições são aplicadas sempre que se pretenda que o modelo tenha variância condicionada não-negativa, ou seja, para que apresente variância incondicional ou tendência de convergência:

$$\alpha_0 > 0,$$

$$\alpha_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, q)$$

$$\beta_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, p)$$

$$\sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$$

Segundo o autor Ferreira (2009), quando são determinados os graus p e q , ficando o modelo identificado, pode afirmar-se que a identificação do modelo *GARCH* é baseada no ponto de vista metodológico dos princípios do processo *ARMA* – *Autoregressive Moving Average* de Box-Jenkins (1976), que por sua vez, as ordens p , q são identificadas através da função de autocorrelação e da função de autocorrelação parcial do quadrado dos erros.

O mais simples e utilizado modelo é o *GARCH* (1,1), assumindo que os erros são normalmente distribuídos, a variância é dada pela seguinte expressão:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (2.5)$$

Nesta situação o coeficiente α_1 mede a extensão em que um choque no retorno verificado hoje afecta a volatilidade do retorno do dia a seguir. A soma dada por $(\alpha_1 + \beta_1)$ divulga a medida de persistência da volatilidade, ou seja, a taxa que reflecte como o impacto de um choque no retorno verificado hoje, se difunde com o passar do tempo, sobre a volatilidade dos retornos futuros. Este acontecimento permite compreender que a alta persistência do choque irá enfraquecendo lentamente. Resumindo, ainda segundo Ferreira (2009:435) «diz respeito à influência da variabilidade do período anterior sobre o valor corrente da variabilidade e está normalmente perto de 1».

No seguimento deste estudo, e ainda através de Ferreira (2009) torna-se fundamental verificar que:

Quando $p = 0$, tem-se que *GARCH* (0, q) = *ARCH* (q), em que a variância condicionada é expressa da seguinte forma:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + A(L)u_t^2 + B(L)\sigma_t^2, \quad (2.6)$$

em que os polinómios no operador de desfasamento (*backshift operator*) L são:

$$A(L) = \alpha_1 L + \alpha_2 L^2 + \dots + \alpha_q L^q \quad (2.7)$$

$$B(L) = \beta_1 L + \beta_2 L^2 + \dots + \beta_p L^p \quad (2.8)$$

Sendo o modelo *GARCH* uma evolução do *ARCH* visto permitir uma memória mais longa e uma estrutura de desfasagens para a variância mais flexíveis, um modelo *GARCH* (p, q) é então um modelo *ARCH* (∞) onde,

$$\sigma_t^2 = \frac{\alpha_0}{1 - \sum_{i=1}^p \beta_i} + \sum_{i=1}^{\infty} \eta_i u_{t-i}^2 \rightarrow \text{ARCH}(\infty) \quad (2.9)$$

Quando nesta expressão a soma $[\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_p] < 1$, significa que o valor dos quocientes η_i decresce, quando i cresce. Nesta situação, a variância condicionada é influenciada pelos acontecimentos mais recentes de volatilidade.

Embora seja um modelo mais desenvolvido face ao *ARCH*, apresenta ainda algumas limitações, evidenciando-se as seguintes:

→ O modelo não apresenta capacidade para modelar o efeito de assimetria, que se observa com grande frequência, quando diferentes volatilidades são verificadas em situações consideradas «boas notícias» ou «más notícias». Limitação esta que mais tarde foi ultrapassada com novos modelos, mas que não serão abordados neste trabalho, visto não se aplicarem ao objecto em estudo. Se existir um decréscimo nos rendimentos acompanhado por um aumento da volatilidade, superior à volatilidade induzida por um acréscimo nos rendimentos, apresenta-se o denominado efeito assimétrico, que transporta ao efeito alavanca.

→ Por outro lado, se for imposto que os parâmetros do modelo sejam não negativos, transporta a outra limitação fundamental: a existência de uma estrutura assimétrica para a volatilidade gera distribuições enviesadas e com efeito sorriso (*skewed distributions*) para os preços previsionais.

Concluindo, os modelos *ARCH* e *GARCH* ao serem simétricos, não apresentam capacidade para de forma eficaz apresentar *leverage effect* (efeito alavanca).

2.2.3. Estimação dos Modelos ARCH e GARCH

Tendo em conta o que foi referido nos pontos anteriores relativamente aos modelos ARCH e GARCH, é ainda essencial compreender como é possível aplicar e estimar estes modelos. Podendo ser referido de outra forma, o modelo ARCH apresenta muitos lags (q), enquanto que os modelos GARCH permitem uma nova formulação que se alonga a uma memória mais longa e a uma estrutura de defasagens para a variância mais flexíveis.

Para estimar os modelos de regressão com termos de erro como são os modelos ARCH e GARCH, é possível empregar o Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) onde os estimadores são lineares. Por outro lado, apresenta-se também o Método da Máxima Verosimilhança (MMV) que se trata de um estimador não linear, mas é mais eficiente visto que pode ser utilizado para grandes amostras.

Segundo Bentes (2011) o modelo ARCH apresenta uma particularidade que o distingue pelo facto de permitir detectar a presença nos resíduos de heterocedasticidade condicionada antes de ser necessário estimar o próprio modelo em si. Desta forma, através do teste desenvolvido por Engle (1982) ARCH-LM – ARCH – Lagrange Multiplier e a partir deste multiplicador Lagrange, ao considerar-se a equação que define os erros de um modelo dinâmico de regressão linear com a variável dependente Y_t , tem-se:

$$Y_t = x_t \xi + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T \quad (2.10)$$

onde x_t é um vector de $k \times 1$ variáveis aleatórias que poderá incluir os valores desfasados da variável dependente, e por sua vez ξ representa o vector $k \times 1$ dos respectivos parâmetros de regressão. Através do erro estocástico ε_t que é condicionado pelos valores passados do conjunto de variáveis $\Psi_{t-1} = \{y_{t-1}, x_{t-1}, y_{t-2}, x_{t-2}, \dots\}$.

Para o MMQ ou *Ordinary Least Squares (OLS)*, é possível testar a presença de ARCH considerando as seguintes hipóteses:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : a_1 = a_2 = \dots = a_q = 0 \\ H_a : \exists a_i > 0 \end{array} \right. \quad (2.11)$$

Em que a sua estatística é $\lambda_{LM} = TR^2$, onde T representa o número de observações e R^2 é o coeficiente de correlação múltipla da regressão ε_t^2 sobre uma constante e sobre os resíduos $\varepsilon_{t-1}^2, \varepsilon_{t-2}^2, \dots, \varepsilon_{t-q}^2$ da equação (2.10).

Perante isto, segundo Bentes (2011) é fundamental apresentar duas situações possíveis de acontecer:

- ✓ Em primeiro lugar, caso a Hipótese Nula for verdadeira, a estatística tem uma distribuição assímptótica $\chi^2(q)$;
- ✓ Por outro lado, se a Hipótese Nula for declinada pode concluir-se que existem efeitos *ARCH*.

Importa ainda referir que qualquer que seja o caso, a regra base é rejeitar H_0 se a estatística do teste for maior do que o valor crítico da distribuição $\chi^2(q)$.

Quanto ao MMV ou *Maximum Likelihood Estimator (MLE)* recomendado pelos autores Engle (1982), Bollerslev (1986) e Hamilton (1994) afirmam que este é o método mais adequado na estimação dos modelos. Ainda segundo Bera e Higgins (1993) uma das principais vantagens do modelo consiste no facto da volatilidade poder ser previsível, dependendo essencialmente do comportamento endógeno do modelo, visto que a variância é modelada como uma função estocástica dos erros passados.

Partindo de uma equação de regressão dada pelo modelo *ARCH* como a seguinte:

$$Y_t = \mu X_t + \varepsilon_t \quad (2.12)$$

onde μ_t trata-se de um vector de variáveis explicativas predeterminadas, que incluem ou não termos dasfasados de Y . Em que assumindo o pressuposto de Araújo (2010) que o termo de erro ε_t decompõe-se da seguinte forma:

$$\varepsilon_t = \sqrt{\sigma_t^2} \times V_t \quad (2.13)$$

onde V_t representa uma sequência distribuída estatisticamente *i.i.d.* com média zero e variância unitária, isto, é, V_t apresenta as seguintes características:

$$E(V_t) = 0 \quad \text{e} \quad E(V_t^2) = 1$$

2.4. Comportamentos e Clusters na Volatilidade

Como resultado de mais de um século de estudos dos indicadores das séries financeiras, tendo em conta a componente estocástica da volatilidade pode-se constatar que segundo Cont (2001) as variações aparentemente aleatórias dos preços dos activos compartilham algumas propriedades estatísticas não muito vulgares. Tais propriedades, são comuns em diversos instrumentos e mercados em determinados períodos de tempo. Estes comportamentos são então denominados por factos estilizados, que podem ser obtidos através de um denominador comum entre as propriedades observadas nos diferentes mercados e/ou instrumentos.

Os mais estudados são as caudas pesadas (*fat tails*) na distribuição das rendibilidades, os clusters de volatilidade, a assimetria e o efeito alavanca, a memória longa (*long memory*) das sucessões cronológicas financeiras, a existência de movimentos conjuntos (*comovements*) na volatilidade dos mercados e a evidência de caos. No âmbito deste trabalho, apenas serão estudados os *clusters* de volatilidade.

Este fenómeno surge quando Mandelbrot (1963) afirmou que «*large changes tend to be followed by large changes [...] and small changes tend to be followed by small changes*». Ou seja, existem determinados períodos de grande volatilidade que serão seguidos por outros períodos de iguais ou idênticas oscilações e, por outro lado, os períodos de menores oscilações são seguidos por períodos também de baixa volatilidade. Brooks (2002) afirma ainda que o nível de volatilidade existente na actualidade tem tendência a apresentar uma correlação positiva com o nível de volatilidade dos períodos imediatamente que a antecedem.

Bentes (2008) realizou uma investigação onde é possível observar diversas situações e estudos onde está presente o comportamento de *clusters* na volatilidade. Alguns exemplos, passa pela evidência de Haan e Spear (1998) e Siklos e Skoczylas (2002) que presenciaram a existência de clusters na volatilidade das taxas de juro reais. Por outro lado, Santis e Imrohorglu (1997) observaram clusters nos índices bolsistas e mercados que pertenciam à Europa/Médio Oriente (Grécia, Turquia), na Ásia (*e.g.* Índia, Coreia, China, Tailândia) e também na América do Sul (*e.g.* Brasil, Argentina, Chile, Venezuela). Embora este fenómeno estivesse associado a mercados mais desenvolvidos, este estudo revelou que o grau de volatilidade nestes países é bastante superior quando comparada com os mercados mais maduros.

Para uma melhor compreensão serão apresentados segundo Granger e Machina (2006) alguns mecanismos gerais e alguns exemplos específicos de como um sistema modelado por ARCH sujeito a *i.i.d.* pode demonstrar os clusters na volatilidade nas suas variáveis dependentes. Desta forma, os autores afirmam que os clusters de volatilidade surgem de duas possíveis formas:

1. Interação Multiplicativa

$$Y_t = Z_t \check{\epsilon}_t,$$

onde $\{\check{\epsilon}_t\}_{t=1,2,\dots}$ e $\{\tilde{\eta}_t\}_{t=1,2,\dots}$ em que a variável Z_t , é ou não uma estacionária *drift variable* qualquer, com um termo homoscedástico $\tilde{\eta}_t$, tal que

$$Z_t = \sum_{\tau=1}^t \tilde{\eta}_\tau \quad \text{ou} \quad Z_t = \rho Z_{t-1} + \tilde{\eta}_t \quad \text{ou} \quad Z_t = \tilde{\eta}_t + \gamma \tilde{\eta}_{t-1}$$

ou ainda alguma combinação utilizando estas expressões. Assumindo que para esta formulação tem-se em conta os valores passados da variável dependente Y_t e a variável Z_t são directamente observáveis e compõem parte da informação I_t . Por outro lado, os valores passados de $\check{\epsilon}_t$ e $\tilde{\eta}_t$ não são directamente observáveis, embora em certos casos ser possível estimar ou inferir algebricamente através dos dados da amostra. O processo definido por Y_t é denominado por *drifting coefficient process*, em que a média e a variância condicionada da informação de I_t são dadas, respectivamente, por

$$E [Y_t | I_t] = E [Z_t \check{\epsilon}_t | I_t] = E [Z_t | I_t] E [\check{\epsilon}_t | I_t] = 0,$$

$$\text{Var} [Y_t | I_t] = E [Z_t^2 \check{\epsilon}_t^2 | I_t] = E [Z_t^2 | I_t] E [\check{\epsilon}_t^2 | I_t] = [(E[Z_t | I_t])]^2 + \sigma_{\tilde{\eta}}^2] \sigma_{\check{\epsilon}}^2$$

2. A influência da variável Z_t é não linear na variável dependente Y_t através da relação estrutural explícita ou implícita dada pela fórmula

$$Y_t = g (Z_t) \quad \text{ou} \quad h (Y_t) = Z_t.$$

Tal pode ser denominado por *drifting input* (ou *drifting implicit input*) *process*. Para os pequenos valores de $\sigma_{\tilde{\eta}}^2$ a média e a variância condicionada de Y_t da função $Y_t = g (Z_t)$ pode ser representada aproximadamente por

$$E [Y_t | I_t] \approx g (E[Z_t | I_t]),$$

$$\text{Var} [Y_t | I_t] \approx g'(E[Z_t | I_t])^2 \sigma^2_{\tilde{\eta}}.$$

O modelo estrutural pode ser simultaneamente apresentado pelos clusters de volatilidade tanto devido ao *drifting coefficient* como ao *drifting input effects*. Em que,

$$Y_t = f(Z_t, \tilde{\xi}_t)$$

Para os pequenos valores de $\sigma^2_{\tilde{\eta}}$ e $\sigma^2_{\tilde{\xi}}$, a média e a variância condicionada de Y_t pode ser representado aproximadamente por

$$E [Y_t | I_t] \approx f(E[Z_t | I_t], E[\tilde{\xi}_t | I_t]) = f(E[Z_t | I_t], 0),$$

$$\text{Var} [Y_t | I_t] \approx f_Z(E[Z_t | I_t], 0)^2 \sigma^2_{\tilde{\eta}} + f_\varepsilon(E[Z_t | I_t], 0)^2 \sigma^2_{\tilde{\xi}}.$$

III. O Mercado Cambial

3.1. O Mercado de Câmbios

Ao longo dos anos o Mercado Cambial ganhou uma enorme importância no quotidiano dos cidadãos a nível mundial, registando-se um enorme crescimento em todas as transações que compõem este mercado financeiro. O mercado cambial global, também denominado por *FOREX market* é considerado segundo Silva *et al.* (2013) o maior mercado financeiro do mundo, onde se efetua a troca de uma divisa, ou instrumentos cambiais, por outros de moeda estrangeira.

3.1.1. Definição, Funções e Características do Mercado Cambial

Para uma melhor compreensão do funcionamento do Mercado Cambial, importa inicialmente apresentar uma definição deste mercado, bem como expor as suas funções e principais características:

- **Definição:** O mercado cambial traduz-se no local onde existe a troca de uma moeda (ou divisa) por outra, de um determinado país. A sua existência deve-se ao facto de existirem trocas internacionais, quer entre singulares quer entre empresas, em que haja necessidade de existir a troca de moeda. Segundo Silva *et al.* (2013) tanto os indivíduos singulares, como as empresas recorrem a um banco comercial ou a casas de câmbio, para adquirir a moeda necessária à sua transação, e os bancos por sua vez recorrem a outros, e adquirem as moedas que são solicitadas pelos seus clientes.
- **Funções:** No âmbito deste tema, surge como primeira função básica do mercado cambial, o poder de compra que existe de uma divisa para a outra, em que este é fundamental porque as transações internacionais envolvem moedas e países diferentes. Silva *et al.* (2013:171) expõe que «a inexistência de uma moeda única a nível mundial exige [...] um mecanismo que permita transferir facilmente poder de compra entre diferentes unidades monetárias». Qualquer que seja o tipo de negócio entre exportador e importador, será a moeda escolhida para a transação que irá prevalecer. Caso seja a moeda do exportador, terá de ser o importador a adquirir a divisa estrangeira para poder retribuir ao exportador o montante a que equivale a transação; se for na moeda do importador, será o exportador a ter de efectuar a troca da moeda paga pelo importador e pode ainda acontecer, a moeda

faturada, não ser a moeda do exportador nem do importador. Nesta situação, ambos terão de recorrer ao mercado cambial.

Outra função deste mercado é o facto de possibilitar que exista crédito para o comércio internacional, isto é, proporciona que exista financiamento para o comércio exterior através do Euromercado, aceites bancários, cartas de crédito, etc. Sendo o mais importante, o Euromercado possibilita às empresas multinacionais o empréstimo de moeda fora do seu país de origem, visto existir pouca regulamentação governamental, podem emitir títulos de dívida com custos bastante inferiores. Este tipo de financiamento é mais conhecido por *offshore*. Por sua vez, os aceites e as cartas de crédito possibilitam às empresas podem contrair empréstimos junto dos fornecedores ou dos próprios bancos nacionais, bem como no exterior a curto, médio e longo prazo. O maior benefício para esta situação traduz-se nas taxas de juro que são aplicadas, visto que esta varia em conformidade com a moeda em que foi contraído e na sua depreciação. Caso aconteça o contrário, isto é, existe uma valorização da moeda, há uma perda para o devedor do empréstimo. Desta situação surge o risco cambial.

Por fim, a última função do mercado cambial, passa pela cobertura do risco cambial. Ou seja, tendo em conta as variações existentes nas taxas de câmbio, que não são desejáveis por parte dos importadores e exportadores, pode ser coberto através da transferência do risco para outro agente do mercado. Esta cobertura e transferência de risco pode ser denominada por "*hedging*".

- **Características:** A principal característica do mercado cambial é sem dúvida o facto de ser um espaço que tem a capacidade de estar em funcionamento em diversos locais constantemente. Assim sendo, apresenta-se num mercado que atinge uma dimensão a nível mundial. Moedas e cotações transacionam-se e alteram-se a qualquer hora, em qualquer parte do mundo em todos os dias úteis. O mercado apenas se encontra encerrado ao fim-de-semana, entre as 22h00 de sexta-feira e as 20h15 de Domingo. Em termos geográficos os principais locais onde estão localizadas as mais importantes praças cambiais, são segundo Silva *et al.* (2013) três regiões: No Oriente, onde temos o Extremo e Médio Oriente, que abrange países como Tóquio, Hong-Kong e o Barhrain; na Europa Ocidental, em Frankfurt, Paris, Londres e Zurique e, por fim, na América do Norte em Nova Iorque, Chicago e Toronto.

O mercado cambial apresenta uma maior liquidez ao início da tarde, com os mercados da Europa e nos Estados Unidos, na costa leste abertos. Ao final da tarde torna-se menos líquido, estando nos Estados Unidos, costa oeste o mercado aberto, e quando estamos num novo dia em Hong Kong e Tóquio. Enquanto isso, na Europa é noite. Portanto, o melhor momento para as transações de montantes elevados é o período da manhã, com os mercados da Europa abertos. Quando uns mercados encerram, já se encontram outros a abrir noutra parte do mundo, daí surge a característica da continuidade do mercado cambial.

3.1.2. Agentes do Mercado Cambial

Conforme foi referido anteriormente, o mercado cambial apresenta uma liquidez bastante elevada devido às transações que os seus intervenientes efectuam entre si. Desta forma, importa compreender quais os agentes e participantes do mercado cambial, bem como as suas funções e formas de actuar no mercado.

Não existindo uma hierarquia de importância específica para estes agentes, serão apresentados aleatoriamente os principais intervenientes no mercado cambial, que segundo Silva *et al.* (2013) são:

1. Os particulares e empresas: sendo os agentes que menos influenciam as movimentações do mercado de câmbios, visto as suas transações serem de montantes reduzidos, e unicamente com o objectivo de consumo para actividades de lazer, comerciais ou de investimento. São os exportadores, importadores, turistas ou investidores, que recorrem ao mercado cambial para efectuarem trocas de moeda, notas, ou compras internacionais, em países de moeda estrangeira. Visto que não influenciam o mercado, as cotações que são praticadas para as trocas de moeda dos particulares, são mais elevadas do que o normal, tornando-se desfavoráveis. Por outro lado, as empresas recorrem ao mercado cambial para poderem pagar aos seus fornecedores com quem realizaram operações comerciais ou até mesmo financeiras, para assegurarem uma posição cambial evitando correr riscos e ainda eventualmente, para especularem. A especulação realizada pelos agentes do mercado cambial, será estudada mais à frente no trabalho.

2. As Casas de Câmbio: as casas de câmbio assumem um papel fundamental na medida em que são um dos principais agentes que permite colocar à disposição dos turistas, particulares e empresas, moedas de outros países, localizando-se principalmente em

aeroportos, estações e zonas de grande turismo. É também através das casas de câmbio que os imigrantes fazem as suas transferências para o seu país de origem ou vice-versa, quando se encontram emigrados num país de divisa diferente. México, China, Índia e Filipinas são os países onde existe um maior volume de transferências dos emigrantes.

3. Bancos Comerciais e de Investimento: são os bancos comerciais que tornam também possível a troca de moeda aos seus clientes, sejam eles particulares ou empresas. Cada banco actua de forma diferente no mercado cambial, podendo especializar-se em determinado tipo de divisa, apresentando-se nas praças cambiais como compradores e vendedores de moeda, tendo em conta o que lhe é solicitado pelos seus clientes, e para que consigam de certa forma também criar e gerir a sua carteira. Estes consideram-se bancos mais activos no que diz respeito à sua actuação no mercado cambial. Por outro lado, os mais passivos limitam-se apenas a ser intermediários entre empresas, particulares e por vezes, outros bancos. Actualmente ainda nos deparamos com outra situação, em que alguns bancos optam por nem sequer actuar no mercado cambial, visto que a dimensão de alguns países, e agora também na Europa, não se justifica. O facto de ter passado a existir uma moeda única na maioria dos países da Europa, para muitos bancos pode não ser compensatório o facto de actuar no mercado de câmbios.

4. Instituições Financeiras não Bancárias: apresentam-se no mercado com uma atuação muito idêntica à dos Bancos Comerciais. São exemplos de Instituições não Bancárias os corretores, as casas de câmbio conforme visto anteriormente, e também empresas especializadas na negociação e transferência de remessas. Os corretores, neste caso, têm como objectivo concretizar a intermediação entre oferta e procura, possibilitando aos seus clientes uma maior rapidez aos preços disponíveis no mercado. Visto terem uma forte ligação a bancos e instituições de grande dimensão, conseguem agir diretamente, evitando as perdas de tempo.

5. Bancos Centrais: o principal objectivo destes bancos é sem dúvida, causar efeito no preço da moeda do seu país, e não obter algum tipo de ganho na compra e venda das suas próprias moedas, ou seja, limita-se a praticar política monetária de um só tipo de moeda, o do seu país. Este tipo de bancos apresenta como principal função a defesa do regime cambial em vigor, para que não existam grandes oscilações nas cotações da moeda do seu país, relativamente às principais divisas do mercado. Caso existam variações repentinas e desagradáveis nas cotações das moedas, terá como consequência

um efeito negativo na economia dos países, visto que particulares e empresas passam a ter dificuldade em planear a sua actividade.

6. Especuladores e Arbitragistas: estes agentes actuam no mercado apenas para seu interesse. Não têm a preocupação de existirem clientes e pretendem obter lucro nas actuações e negociações que praticam no mercado. Por fim, os arbitragistas conseguem obter lucro nas diferenças das taxas de câmbio nos diferentes mercados. Especulação e arbitragem serão pontos abordados mais à frente no trabalho.

3.1.3. Activos Negociáveis no Mercado Cambial

Para uma melhor percepção dos pontos estudados mais à frente neste capítulo, importa ainda expor quais os activos se transacionam no mercado de câmbios.

Em primeiro lugar temos as Divisas, conforme tem sido referido ao longo do trabalho, que se traduz no tipo de moeda que é transacionada nos mercados. Moedas essas que podem ser trocadas por outras, possibilitando as trocas internacionais, quando os envolvidos são países de divisas diferentes. O euro surgiu com esse intuito, de possibilitar e facilitar as trocas entre a maioria dos países da Europa, fazendo com que estas também se tornassem mais estáveis, e fazendo com que o dólar deixasse de ser o único meio de pagamento e de fixador de preços. Desta forma, hoje em dia, o euro e o dólar são as divisas que apresentam maior importância nas cotações do mercado a nível internacional.

Outro activo presente no mercado cambial, sendo fundamental em muitas das transações entre os indivíduos em todo o mundo, principalmente no turismo, é o Numerário. Este activo compõe-se pelas moedas e notas de um determinado tipo de moeda. Visto não ser um meio vantajoso para as transações internacionais, os indivíduos quando efectuam a troca da moeda por outra, as cotações a que são praticadas as trocas, e as comissões cobradas, fazem com que não seja um activo muito utilizado para montantes mais elevados. Estas cotações, traduzidas entre preços de compra e venda, surge como forma de protecção por parte dos bancos, na eventualidade de existirem oscilações cambiais, quando está a efectuar as suas trocas quer com os clientes, quer no momento em que se transaciona no mercado.

Sendo o activo mais usado nas transações do mercado cambial, temos a Transferência Bancária, que se constitui na ordem que é dada através de meios electrónicos, para que no momento em que se efectua, por exemplo, uma compra de dólares, seja realizada a

operação, debitando uma determinada conta com aquela moeda adquirida. Assim sendo, este método tornou-se então muito utilizado, devido à rapidez e valor baixo que apresenta nas transações realizadas.

Por fim, apresenta-se a Letra de Câmbio, que foi bastante utilizada inicialmente quando surgiu o mercado cambial, mas actualmente muito menos. Esta Letra consiste num título de crédito que é passado pelo vendedor de um determinado bem e é por outro lado aceite pelo comprador, que se compromete a pagar futuramente um montante estabelecido entre ambos, num determinado tipo de moeda. Isto é, associa a existência de um crédito, quando são efectuadas operações de câmbio.

3.2. As Taxas de Câmbio

Tal como tem sido mencionado diversas vezes ao longo do capítulo, o preço das diferentes divisas é então denominado por Taxa de Câmbio. A taxa de câmbio traduz-se então na relação de troca entre duas moedas distintas, sendo o preço (cotação) de uma moeda expresso noutra. Este preço pode ser apresentado de duas formas: cotação ao certo e ao incerto.

A cotação pelo certo tal como afirma Silva *et al.* (2013:173) «exprime a quantidade de moeda estrangeira necessária para adquirir uma unidade de moeda nacional» e a cotação pelo incerto «é utilizada pela generalidade das outras divisas, em que a taxa de câmbio significa o preço de uma unidade de moeda estrangeira em termos de moeda nacional». Ou seja, sempre que haja cotação entre duas moedas diferentes, existe uma a ser cotada pelo certo e a outra pelo incerto.

Segundo Mendonça *et al.* (1998:3) se:

t: momento em que é efectuada a transacção;

n: moeda do país N;

j: moeda do país J;

então $S_{nj}(t)$ representa a taxa de câmbio que envolve as duas moedas em questão. Ou seja, significa «o preço de uma unidade de moeda *j* em termos da moeda *n*».

Assim, existem duas situações possíveis:

$$S_{nj}(t) = \frac{1}{S_{jn}(t)} \quad \text{ou} \quad S_{nj}(t) \times S_{jn}(t) = 1$$

em que,

↳ Com $S_{nj}(t)$, tem-se cotação ao incerto da moeda n (cotação ao certo da moeda j);

↳ Com $S_{jn}(t)$, tem-se cotação ao certo da moeda n (cotação ao incerto da moeda j);

Para uma melhor percepção apresenta-se o seguinte exemplo:

Cotação GBP/EUR = 1,2315; significando que por 1 libra estrelina trocam-se 1,2315 euros. Neste caso, para se obter a cotação ao certo seria: EUR/GBP = $1/1,2315 = 0,812$ libras.

No mercado cambial, existem determinadas moedas que são cotadas pelo certo, como é o caso do euro, do dólar americano, da libra estrelina e irlandesa, etc.

Ao falarmos de taxas de câmbio, é obrigatório referir que existem dois preços para todas as moedas estrangeiras: o preço de compra e o de venda. Por exemplo, um indivíduo que tenha euros e pretenda adquirir libras, está a comprar libras. Por outro lado, se formos o banco estamos a vender libras ao cliente que as pretende comprar, e a adquirir euros, que o cliente nos vendeu. Em todos os bancos que seja possível a troca de euros por moeda estrangeira, existe uma tabela onde estão apresentadas as cotações para as diversas divisas, existindo um valor de compra e um de venda. Normalmente o banco em questão adquiriu a moeda por um valor mais baixo, e irá vendê-la pelo valor mais alto.

Na Figura 3.1. apresenta-se como exemplo, a tabela de cotações de um banco, numa determinada data.

Data: 06/06/2014 Hora: 13:45

Moeda		Notas		Cheques	
Abrev.	Descrição	Compra	Venda	Compra	Venda
AUD	DOLAR AUSTRALIANO	1,54898	1,37362	1,47884	1,44376
CAD	DOLAR CANADIANO	1,52000	1,46040	1,49914	1,48126
CHF	FRANCO SUIÇO	1,24287	1,19413	1,22581	1,21119
DKK	COROA DINAMARQUESA	7,79789	7,12631	7,50687	7,41733
GBP	LIBRA ESTERLINA	0,82702	0,79458	0,81567	0,80594
JPY	YEN	143,901	135,519	140,548	138,872
NOK	COROA NORUEGUESA	8,51623	7,78277	8,19840	8,10060
PLN	ZLOTY NOVO POLÓNIA	4,36220	3,86840	4,16470	4,06590
SEK	COROA SUECA	9,47543	8,65937	9,12180	9,01300
USD	DOLAR DOS EUA	1,39148	1,33692	1,37239	1,35601
ZAR	RAND	15,42544	13,67916	14,72693	14,37767

Figura 3.1. Cotações Taxas de Câmbio (Compra e Venda)

Fonte: Banco BPI, 07/06/2014

Tal como se pode observar na figura, existem dois tipos de cotações, uma para as notas e outra para os cheques. Algumas instituições que efectuam troca de moedas estabelecem uma cotação para notas e moedas e outra para os cheques. Esta distinção deve-se ao facto de as transações dos diferentes tipos de moeda, apresentarem custos quando há uma troca de divisa em notas e moedas, visto ser dinheiro físico e, por outro lado, os cheques são moeda escritural, não exigindo nenhuma transferência material. Estas transações são efectuadas em conformidade com as necessidades dos clientes dos bancos.

3.2.1. Factores que influenciam as taxas de câmbio

Existem vários factores determinantes que influenciam as cotações das taxas de câmbio, estando estas dependentes do regime de câmbios que se encontra em vigor, podendo ser fixo ou flutuante. Tendo em conta as afirmações de Samuelson e Nordhaus (2010), as taxas de câmbio fixas, que são impostas pelos governos e bancos centrais, tendem a fixar a moeda do seu país à taxa a que será convertida noutras moedas.

Por outro lado, as flutuantes ocorrem «quando as taxas de câmbio são completamente flexíveis e se alteram sob a influência da oferta e da procura». Neste caso o governo e bancos centrais não têm qualquer interferência na implementação da taxa da sua moeda, sendo ela determinada pela compra e venda das famílias e empresas.

Com isto, importa fazer referência à existência da Balança de Pagamentos. Segundo Medeiros (2003:387) a Balança de Pagamentos é «como um documento contabilístico onde são registados [...] os fluxos de activos reais, financeiros e monetários – realizados no decurso de certo período -, entre os residentes e os não residentes de um país. A Balança de Pagamentos visa o conjunto de transações que propicia uma oferta e procura de divisas estrangeiras numa certa moeda nacional». Assim sendo e no seguimento deste ponto, surgem os conceitos de Residente e Transação Económica. Ser residente significa que determinada pessoa singular ou colectiva tem sede num determinado país, independentemente de qual for a sua nacionalidade. Por sua vez, a transação económica consiste na transferência de um bem ou serviço, que se traduz posteriormente no pagamento/recebimento de moeda para os envolvidos na transação.

Resumindo, a Balança de Pagamentos segundo Fernandes (2013) *apud* Medeiros (1984) «implica o estudo da forma estrutural, dos seus vários itens constitutivos, tendo em vista confrontar os fluxos reais com fluxos financeiros, investigar as variações patrimoniais da nação (volume, valor e composição), precisar as condições de equilíbrio cambial (saber se, a uma taxa cambial, o financiamento das transações está assegurado sem recurso a meios de financiamento compensatórios».

Posto isto, importa compreender de que forma os movimentos de mercadorias e capitais podem influenciar as taxas de câmbio. Em primeiro lugar, serão analisadas as importações e exportações de bens e serviços, e de que forma isso implica flutuações nas taxas de câmbio tendo em conta a procura e a oferta de moeda.

Supondo que as transações são efectuadas entre a Europa e os EUA e respetivamente, as divisas são o Euro e o Dólar.

Como primeiro exemplo apresenta-se a Figura 3.2. com as Importações e a procura de moeda por parte da Europa.

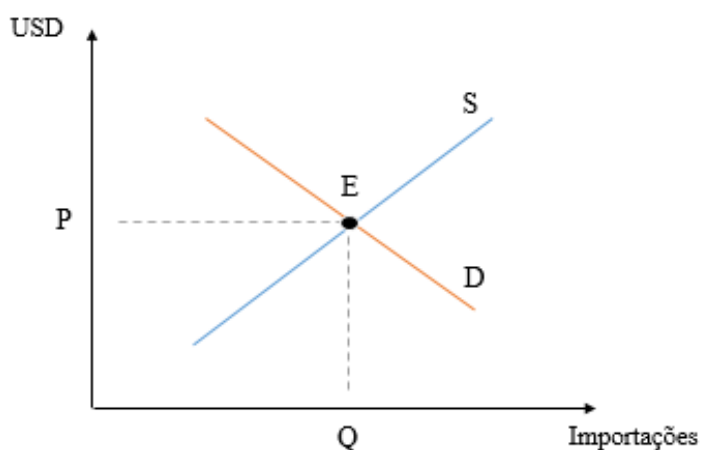


Figura 3.2. Importações e procura de dólares

Fonte: Adaptado de Silva *et. al* (2013:188)

Conforme se pode observar no gráfico, a recta *S* apresenta-se como a oferta de bens e serviços à Europa por parte dos EUA, que por sua vez a recta *D* demonstra a procura desses bens e serviços dos europeus. O que implica que o ponto *E* seja o equilíbrio entre a oferta e a procura de importações, para a quantidade *Q* de importações, ao preço *P*. As quantidades adquiridas multiplicando pelo preço, significa a despesa total que os europeus dispenderam nas importações, que neste caso representa a procura total de dólares para a aquisição dessas mesmas importações.

Por outro lado, na situação inversa, apresenta-se na Figura 3.3. as Exportações e a oferta de moeda. Neste caso, são os americanos que procuram os bens e serviços europeus, e consequentemente uma determinada quantidade de euro.

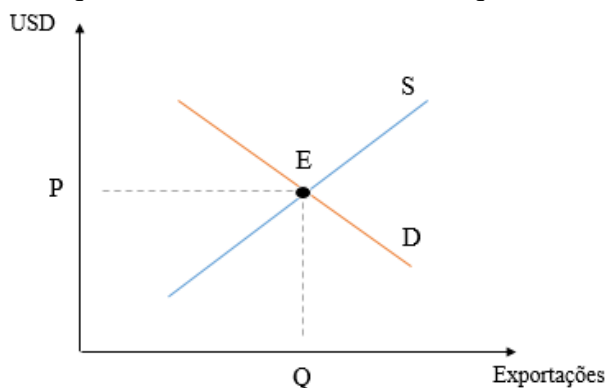


Figura 3.3. Exportações e oferta de dólares

Fonte: Adaptado de Silva *et. al* (2013:189)

Conforme a figura, agora a recta S representa a oferta dos bens e serviços dos europeus aos americanos, e por outro lado, a recta D demonstra a procura dos mesmos bens e serviços europeus por parte dos americanos. As exportações são calculadas segundo as quantidades Q e o preço P , sendo então o valor de euros procurado pelos EUA.

Agora suponha-se que existe uma depreciação na moeda nacional (o euro). Continuando com a comparação face ao dólar americano, caso o euro desvalorize, significa que o dólar fica mais caro face ao euro. Ou seja, numa situação em que a taxa de câmbio é EUR/USD = 1,257 e passa para EUR/USD = 1,189, o dólar encarece relativamente ao euro. Importa por isso compreender de que forma esta alteração na moeda e consequentemente na taxa de câmbio, interferem com as exportações e importações. Portanto, como o euro desvaloriza e o dólar fica mais caro, a importação de mercados dos EUA fica também consequentemente mais cara, visto que os preços são estabelecidos em dólares. Esta situação origina consequentemente uma deslocação da recta da procura de importações para a esquerda, o que implica uma diminuição na procura de bens e serviços americanos. O facto da moeda estrangeira estar mais cara, faz com que a procura e compra ao exterior diminua, e consequentemente existe uma diminuição na procura de moeda.

Tal como se pode constatar na Figura 3.4. apresenta-se um novo ponto de equilíbrio E' , que representa então uma diminuição na procura das importações, ao preço P' e quantidades Q' . Estes valores representam a nova procura dos europeus face aos bens e serviços dos EUA, determinado também pela nova recta da procura D' .

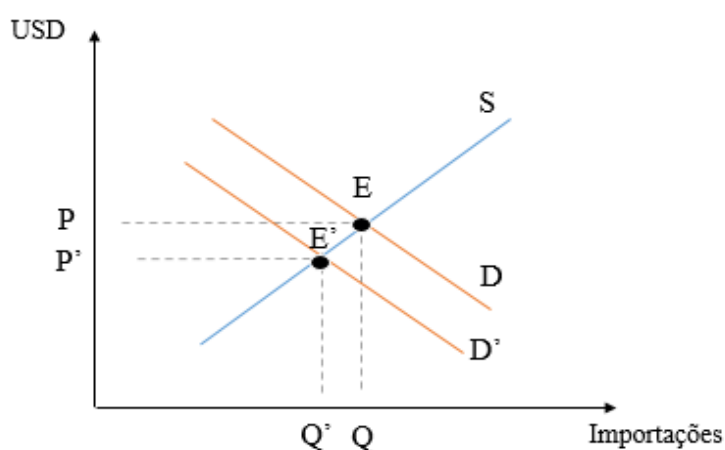


Figura 3.4. Importações e depreciação do euro

Fonte: Adaptado de Silva *et. al* (2013:190)

Por outro lado, nas exportações acontecerá o inverso. Os americanos pela mesma quantidade de moeda inicial, conseguirão adquirir mais bens e serviços aos europeus, visto que se apresentam mais baratos. Nesta situação a curva da oferta sofre uma deslocação para a direita, visto que aumenta o poder de compra. Haverá então um novo ponto de equilíbrio E' , uma nova recta da oferta S' e o preço e quantidades determinados por um novo P' e Q' , respectivamente. Este caso ilustra-se conforme a Figura 3.5.

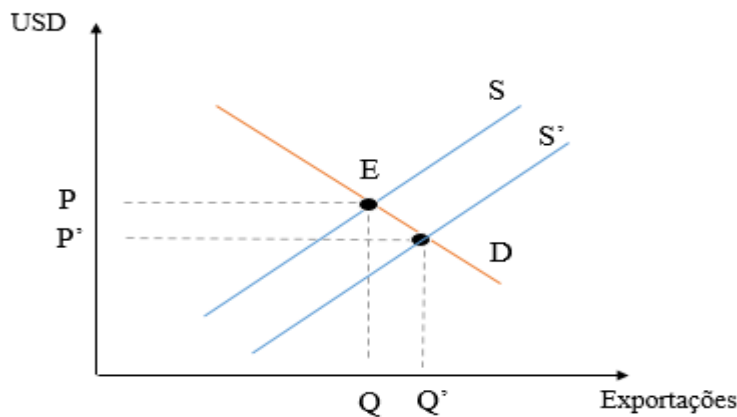


Figura 3.5. Exportações e depreciação do euro

Fonte: Adaptado de Silva *et. al* (2013:191)

Por fim, ainda é possível o caso contrário, em que existe uma apreciação do euro. Tanto para as importações como para as exportações as deslocações são idênticas, mas no caso das importações, a curva da procura desloca-se para a direita, aumentando a procura de dólares por parte da Europa. Por sua vez, nas exportações é também a curva da oferta que sofre uma deslocação, mas neste caso para a esquerda.

3.2.2. Previsões das taxas de câmbio

No seguimento do que tem vindo a ser apresentado acerca das taxas de câmbio, importa ainda referir de que forma é possível prever oscilações nas taxas de câmbio, e que variáveis económicas têm maior efeito e importância na previsão das taxas cambiais.

Segundo Silva *et al.* (2013) hoje em dia as empresas deparam-se com as oscilações das taxas cambiais, nas transações que efectuam, seja em importações ou exportações. Neste sentido, pretendem prever se as cotações irão sofrer alterações, e que tipo de alteração. Visto não ser assim tão linear, apresentam-se de seguida as principais variáveis económicas que auxiliam na previsão das taxas de câmbio a curto, médio e longo prazo, sendo elas:

→ A Taxa de Inflação

Silva *et al.* (2013:200) afirma que «a teoria da paridade dos poderes de compra fornece uma indicação precisa sobre a evolução da taxa de câmbio sendo o diferencial das inflações o principal determinante a médio prazo da cotação das moedas, a observação das taxas de inflação nas diferentes regiões permite construir uma ideia sobre a evolução da taxa de câmbio». Ou seja, a influência da inflação sobre as taxas de câmbio, reflete-se numa oscilação proporcionalmente inversa, isto é, quando a taxa de inflação desce num determinado país, por outro lado, existe um aumento da taxa de câmbio da moeda desse mesmo país. Quando existe uma depreciação na moeda de um país causada pela diminuição do poder de compra, isso implica que a taxa de câmbio da moeda desse país seja inferior relativamente a outros países que apresentam um nível de inflação razoavelmente inferior. Tudo isto, possível de ser visível a médio/longo prazo, sendo necessários 2 a 3 anos para que taxa de câmbio e poder de compra se alinhem, visto que diariamente isso é impossível.

→ A Taxa de Juro

Para o curto prazo, as taxas de juro são as que permitem uma melhor explicação na evolução das taxas de câmbio. Tendo em conta a diferença existente nas taxas de juro entre países, subsistem duas explicações possíveis para que estas influenciem as taxas de câmbio. Em primeiro, deve-se ao facto de existir alteração nas taxas de juro quando estamos perante a circulação a nível internacional de capital, ou seja, quando as taxas de juro são elevadas existe um aumento do incentivo à entrada de capital estrangeiro, e por sua vez, a diminuição tem o efeito inverso. Quando se está perante taxas elevadas, e consequentemente existe um aumento do capital estrangeiro, a moeda desse país ficará mais cara.

Em segundo, a taxa de câmbio é influenciada pelas taxas de juro quando esta opera nos mercados cambiais e nos mercados de capitais. Isto é, quando os bancos estão perante determinadas operações têm de ter em conta as taxas de juro nos mercados nacionais e internacionais, obtendo empréstimos mais baratos externamente, para que possam praticar taxas de juro mais elevadas a nível nacional. Por sua vez, este acontecimento faz com que a procura pela moeda nacional diminua, ou seja, consequentemente desvalorizará a moeda nacional face à moeda estrangeira.

→ A Balança de Pagamentos

É através dos saldos da Balança de Pagamentos que é possível explicar algumas das movimentações a médio/longo prazo das taxas de câmbio.

Quando num determinado país existe um défice a nível comercial, significa que as importações provavelmente são superiores às exportações, significando que existe uma procura de moeda superior à oferta. Esta situação causa uma depreciação na moeda desse mesmo país. Quando existem situações diferentes de níveis de inflação, é necessário ter em consideração que se um país apresenta uma inflação superior face aos outros, a subida dos seus preços vai criar maior dificuldade nas vendas, e piorar conseqüentemente o défice da sua balança comercial. Por outro lado, tal como foi referido no ponto anterior, as taxas de juro também influenciam os movimentos do capital internacionalmente. Visto que taxas de juros elevadas são atractivas para o investimento estrangeiro, o saldo da Balança Corrente será então influenciado nos países onde tal se suceder.

Como conclusão deste ponto, importa ainda referir que existem dois métodos possíveis para prever as taxas de câmbio. Segundo Silva *et al.* (2013), o primeiro passa por uma análise técnica/gráfica, onde é possível fazer previsões a curto prazo, tendo em conta oscilações anteriores das taxas de câmbio. Por outro lado, o segundo são métodos económicos, que têm em conta as relações estáveis entre as taxas de câmbio e as diversas determinantes económicas, que se destinam a realizar previsões a médio/longo prazo.

3.3. Organização e Funcionamento do Mercado Cambial

O mercado de câmbios pode ser apresentado segmentado tendo em conta os prazos de contratos e as modalidades de negociação, estando por isso segmentado da seguinte forma:

- Mercado à vista (*spot*);
- Mercado a prazo (*forward*);
- Mercado de futuros (*futures market*);
- Mercado de opções (*options market*).

Neste caso, apenas será estudado o mercado à vista e a prazo, sendo os mais relevantes para a realização do trabalho. Estes dois mercados, são considerados imateriais, visto que o mercado não é físico, ou seja, não existe nenhum local geográfico onde são realizadas estas operações e, informais visto que existe a possibilidade de se adaptarem às exigências

e necessidades das partes envolvidas, podendo transacionar-se qualquer tipo de divisa sem que haja limitações de prazos e montantes, sendo portanto de livre negociação. Estes mercados não exigem também que as negociações sejam feitas presencialmente entre compradores e vendedores, nem que esteja pré estabelecido uma data e hora para o fazerem. Assim sendo, os intervenientes podem usar determinados meios informáticos, telefónicos e tecnológicos para que seja possível existir um contacto permanente entre as partes, independentemente do local onde se encontram.

Por outro lado, os mercados de futuros e opções já são considerados formais e materiais, visto que existe um local geográfico e físico onde estão presentes os operadores. Existe uma entidade superior que supervisiona e regulamenta estes mercados, normalmente a Comissão de Mercado e Valores Mobiliários (CMVM). Existe portanto um conjunto de regras, nomeadamente a imposição de prazos e montantes mínimos na realização das transações.

3.3.1. Organização e Funcionamento do Mercado de Câmbios à vista (*Spot*)

Segundo Mendonça (1992:109) no mercado à vista «são realizadas operações de compra e venda de uma moeda contra outra para entrega dois dias úteis após a respectiva negociação».

Silva (2013) defende que inicialmente no mercado à vista, era o dólar que funcionava como moeda base para as diversas transações de troca de moeda. Isto é, caso um indivíduo pretendesse adquirir francos suíços, e a moeda do seu país fosse a peseta, para conseguir efectuar a transação, teria sempre de passar pelo dólar. Hoje em dia, tal não acontece com tanta frequência, visto existirem poucas moedas em que a troca directa não é possível. Por vezes, pode ser necessário recorrer a uma terceira divisa, quando se pretende obter um ganho entre as trocas de moeda, visto num determinado Banco ou praça as cotações não serem iguais. Este tipo de comportamento denomina-se como Arbitragem, e será estudado um pouco mais adiante no trabalho.

3.3.2. Organização e Funcionamento do Mercado de Câmbios a prazo (*Forward*)

Neste mercado conforme afirma Mendonça (1992:110) «é negociada a compra e venda de moeda estrangeira para entrega numa data no futuro [que] apesar de não estar limitada por qualquer prazo, este mercado comporta, regra geral, operações até um ano».

Quanto às taxas de câmbio, este mercado apresenta-se com valores diferentes, sendo as cotações das taxas de câmbio a prazo diferentes das taxas de câmbio à vista. Veja-se o caso da taxa de câmbio do euro relativamente ao dólar, revela o montante de unidades de dólar que pode ser comprado no mercado a prazo com um euro. Os prazos pré estabelecidos para a compra e/ou venda de moeda são normalmente um, três e seis meses. Segundo Silva (2013) em determinadas moedas os bancos podem estabelecer um prazo até 10 anos, ou realizar um acordo com o banco que numa determinada data no futuro, irá comprar moeda estrangeira à taxa cotação à vista que estiver em vigor nessa mesma data. Ainda assim, caso o indivíduo opte por este mecanismo, estará sujeito a um intervalo mínimo e máximo, isto é, caso o valor da moeda que pretende adquirir suba significativamente, a mesma será comprada através do limite máximo estabelecido anteriormente. Caso aconteça a situação inversa, em que a moeda estrangeira que pretende adquirir desceu muito, será comprada pela cotação mínima também estabelecida anteriormente, no momento do acordo entre o indivíduo e o banco.

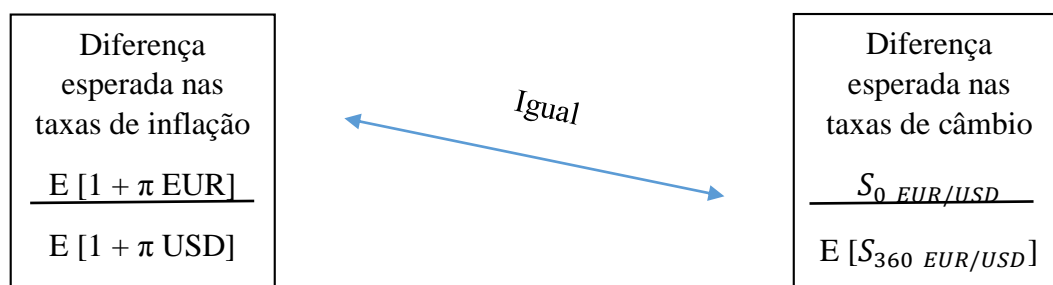
O autor afirma ainda que é também possível existirem operações denominadas por *Swap*, em que as transações a prazo são cobertas ao mesmo tempo por uma transação à vista. Ou seja, quando é adquirida moeda no mercado a prazo, irá efectuar simultaneamente uma venda no mercado à vista, onde tem a possibilidade de cobrir o risco na totalidade das suas transações.

3.3.3. Determinantes das Taxas de Câmbio no Mercado à vista (*Spot*)

Importa agora referir quais os factores que determinam as taxas de câmbio no mercado à vista. Tal como foi estudado anteriormente, as taxas de câmbio são influenciadas para além da procura e da oferta, pela inflação, balança de pagamentos e taxas de juro. Neste sentido, e tendo em conta o mercado *spot* será dada maior importância a dois principais determinantes: a Teoria da Paridade do Poder de Compra e as Taxas de Juro em relação às Taxas de Câmbio.

Silva *et al.* (2013) defende também que as taxas de câmbio de determinada moeda são influenciadas a médio/longo prazo pela taxa de inflação que é praticada nas diversas economias. Ou seja, a variação da taxa de câmbio entre diferentes divisas está dependente do diferencial da taxa de inflação que caracteriza os países dessas moedas. Portanto, daí surge a Teoria da Paridade do Poder de Compra, em que a taxa de câmbio apresenta uma evolução em função do poder de compra das diversas moedas correspondentes, implicando a depreciação ou a valorização da moeda relativamente à de outro país que apresente uma inflação mais baixa ou elevada, respectivamente. Isto é, um país que sofra com o aumento da inflação, ficará conseqüentemente com os seus produtos mais caros logo, a procura diminuirá e a longo prazo, a moeda acabará por desvalorizar face à de outros países.

Veja-se a Figura 3.6. sintetizando esta Teoria:



Legenda:

π Moeda = Taxa de Inflação da respectiva moeda;

$S_{EUR/USD}$ = Taxa de câmbio à vista EUR/USD.

Figura 3.6. Teoria da Paridade do Poder de Compra

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2013:196)

Tal como se pode observar, a diferença de valor esperada das taxas de inflação nas duas economias onde as suas moedas são diferentes, terá uma tendência para se igualar à diferença esperada das taxas de câmbio tanto do euro como do dólar.

Por outro lado, o segundo factor determinante para as taxas de câmbio do mercado à vista, é a taxa de juro. Nesta situação, tal como já foi referido anteriormente, o que faz aumentar as taxas de câmbio como consequência da valorização da moeda, será um aumento das taxas de juro. Este aumento das taxas de juro permite que os investidores apliquem mais capital naquela moeda, que conseqüentemente trará uma apreciação da moeda.

3.3.4. Determinantes das Taxas de Câmbio no Mercado a prazo

(Forward)

Face ao mercado a prazo, Silva (2013) defende que a taxa de câmbio deste surge das taxas de câmbio à vista e tal como seria de esperar, uma taxa para o futuro, dependerá de outros factores, sendo eles tal como no mercado *spot*, a taxa de inflação e a taxa de juro.

Antes de mais é de referir o Efeito Internacional de Fisher que ainda segundo o autor, este mecanismo é «a relação entre alterações percentuais da taxa de juro à vista ao longo do tempo e o diferencial entre as taxas de juro comparáveis em mercados de capitais de diferentes regiões». Isto é, a taxa de juro à vista deve apresentar a mesma variação mas num sentido oposto à diferença que existe nas taxas de juro entre duas economias distintas e com isto os investidores terem uma compensação ou não, no momento da previsão das possíveis alterações das taxas de juro.

Por fim, também no mercado a prazo existe uma paridade, mas desta vez das taxas de juro. Esta Teoria defende que segundo Silva (2013:199) «A diferença entre as taxas de juro deverá ser igual à diferença entre as taxas de câmbio à vista e a prazo».

3.4. Comportamentos no Mercado Cambial

Para finalizar este capítulo, serão abordados os três principais comportamentos existentes no mercado cambial: a arbitragem, a especulação e o risco cambial. Importa no entanto compreender antecipadamente quais as posições que as empresas podem assumir face a um determinado tipo de moeda, num determinado momento. Para o caso serão tidas em conta três principais posições: Posição Curta, Posição Longa e Posição Quadrada ou Fechada. A CMVM define:

→ Posição Curta: Trata-se de uma posição que é assumida por um investidor que beneficia com as descidas dos preços, e caso aconteça o contrário, este sofre uma perda. Ou seja, por exemplo, esta situação acontece quando uma empresa assume a posição de importador de uma determinada moeda. Portanto, a sua posição é curta face a essa moeda sempre que o montante a receber for inferior ao que tem a pagar, isto é, quando os seus débitos são superiores aos seus créditos, numa determinada data.

→ Posição Longa: Nesta posição o investidor beneficia com a subida do preço e terá uma perda caso este desça. Face a uma moeda, quando os créditos são superiores aos débitos

em determinado dia, e a empresa tem a receber um montante superior àquele que tem a pagar, encontra-se numa posição longa. Assume por isso o papel de exportadora de uma determinada moeda.

→ Posição Quadrada ou Fechada: Quando o investidor assume esta posição, significa que pratica posições curtas e longas, compensando-se ambas mutuamente. Neste caso, as empresas são simultaneamente importadoras e exportadoras, sendo o valor a receber igual ao valor que tem a pagar de determinada moeda, num determinado dia.

Quando as empresas apresentam posições longas ou curtas, os gestores devem ter em conta o risco cambial, e dessa forma gerir as suas posições, evitando correr riscos ou por outro lado, saber quando devem investir nele.

Desta forma, e para que sejam compreendidos os comportamentos do mercado cambial, apresenta-se o primeiro: a especulação.

Silva *et. al* (2013:178) define que «Um especulador é um indivíduo que compra determinado bem com o intuito de vendê-lo quando o seu preço for superior». Ou seja, o objectivo é comprar os activos a um preço baixo, para que depois possam ser vendidos mais caros. Este comportamento compreende um elevado risco, visto ser possível obter-se muito dinheiro, mas também perde-lo. O autor refere ainda que o especulador apresenta duas funções fundamentais no mercado, sendo elas a estabilização do mercado e a possibilidade de transportar o risco para outros. Isto é, quando os preços estão baixos e o especulador compra, evita que o mercado continue a descer. Por outro lado, quando os preços sobem e estão mais elevados, vende e evita que estes subam ainda mais. Desta forma, permite assim que o mercado esteja mais estável. A outra função dos especuladores passa por assumirem o risco que outros agentes não querem, e desta forma cobrirem o risco de câmbio de empresas e indivíduos.

Outro comportamento existente no mercado cambial é a arbitragem. Esta actividade traduz-se segundo Mendonça *et. al* (1998:8) «na compra e venda simultânea de moeda por forma a obter um ganho». Silva *et al.* (2013:180) afirma ainda que «A arbitragem é uma actividade que se desenvolve sobre quaisquer activos, sejam eles divisas, juros, mercadorias, ou outros. O seu objectivo é a obtenção de lucros explorando imperfeições [...] do mercado que se traduzem na cotação de preços distintos para o mesmo activo em diferentes pontos do mercado». Tal é possível através da emissão de ordens de compra

nos mercados onde o activo tem um valor mais baixo e consequentemente vende no mercado onde apresenta um valor mais elevado.

A arbitragem torna-se diferente da especulação no sentido em que a primeira não acarreta qualquer risco nem exige que haja capital disponível. Permite ainda que sejam corrigidas as chamadas imperfeições do mercado, através do mecanismo da procura e da oferta, com o intuito de igualar os preços que são praticados nos mercados em diversos locais.

Suponha-se o seguinte exemplo adaptado de Silva *et al.* (2013:180) onde é possível existir arbitragem nas taxas de câmbio:

No Banco X: USD/EUR = 1,0678 €;

No Banco Y: USD/GBP = 1,5970 £;

No Banco Z: EUR/GBP = 1,5230 £;

Para se calcular uma taxa cruzada entre os Bancos X e Y tem-se:

$$\frac{\text{USD/GBP} = 1,5970}{\text{USD/EUR} = 1,0678} = 1,4956 \text{ £}$$

Tal como se pode observar, a taxa que é praticada pelo Banco Z face ao EUR/GBP, não corresponde ao valor obtido na taxa cruzada dos Bancos X e Y logo, nesta situação, existe oportunidade de arbitragem, em que o objectivo é a obtenção de lucro através da compra e venda deste tipo de moedas. Ou seja, neste caso venderá por exemplo, dólares ao Banco Y, adquirindo libras. Depois venderá as libras ao Banco Z e comprará euros. Por fim, troca euros por dólares no Banco X e obtém um ganho visto que a taxa praticada pelo Banco Z é superior à taxa cruzada entre libras e dólares praticadas pelos Bancos X e Y.

No terceiro comportamento, o risco cambial, surge sempre que existam transações entre intervenientes de dois países com moeda distinta. Estas transações sujeitas à obtenção de moeda estrangeira, fazem com que os indivíduos estejam expostos às oscilações das taxas de câmbio logo, ao risco cambial. Com isto, tal como afirma Marques (1998), o objectivo é reduzir ou mesmo eliminar a exposição face a este risco. Para a Europa o mecanismo criado foi a introdução da moeda única, o Euro. Esta substituição de moedas diferentes em todos os países, por uma única, fez com que as transações entre países passassem a ser mais facilitadas e sem qualquer risco cambial.

Outro mecanismo que pode cobrir o risco cambial é por exemplo, conforme foi referido anteriormente, o recurso às operações *Swap*, em que em determinadas transações os indivíduos recorrerem ao mercado à vista e a prazo ao mesmo tempo. Ou seja, o indivíduo adquire um tipo de moeda no mercado à vista e vende ao mesmo tempo no mercado a prazo, ou vice-versa.

Concluindo, estes três tipos de comportamento possíveis no mercado cambial, apresentam objectivos diferentes tal como se pode visualizar no Quadro 3.1.

Quadro 3.1. Resumo Comportamentos Mercado Cambial

Comportamento	Objectivo	Com/Sem Risco
Especulação	Obter ganhos	Com Risco
Arbitragem	Obter ganhos	Sem Risco
Risco Cambial	Eliminar o Risco sem obter qualquer ganho	Sem Risco

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2013:182)

IV. Estudo Empírico

O seguinte capítulo apresenta a análise prática da temática que é objecto deste estudo. Em primeiro lugar serão apresentados os dados cronológicos e a amostra que será objecto do estudo. Neste caso, tratando-se a investigação dos *clusters* de volatilidade nas taxas de câmbio USD/GBP, apresentar-se-á os dados de um delimitado período, onde, posteriormente, através dos modelos estudados nos capítulos anteriores serão estimados os clusters, evidenciando a sua presença ou não no mercado daquele activo.

Os países em análise para este estudo são então os Estados Unidos da América (EUA) e o Reino Unido, envolvendo no geral continentes diferentes, o Norte Americano e a Europa, respectivamente. Este factor torna-se fundamental no sentido em que poderão ser analisadas determinadas oscilações exactamente por se tratar de continentes diferentes, e ao mesmo tempo com a característica de ser falado o mesmo idioma em ambos os países.

Com isto, o capítulo será dividido essencialmente em quatro partes para que se torne mais simples a análise e compreensão do estudo:

Na secção 4.1. será apresentada a metodologia usada na realização do estudo. Serão evidenciadas as séries cronológicas a serem analisadas bem como, a descrição das metodologias adoptadas, tendo em conta a aplicação dos melhores modelos de cálculo, com o objectivo de evitar algum resultado menos exacto.

Na secção 4.2. irá ser apresentada a caracterização do estudo. Serão descritas as taxas de câmbio tendo como base a evolução dos preços e das rendibilidades, ou seja, trata-se da descrição do comportamento das taxas de câmbio no intervalo de tempo em análise.

Na secção 4.3. será realizada a modelação da volatilidade condicionada. Através da utilização do *software* de análise, para determinar as oscilações, ou seja, os *clusters* na volatilidade e estimar os modelos *ARCH* (1,1) e *GARCH* (1,1).

Por fim, na secção 4.4. apresentar-se-á a análise e a conclusão do estudo. Isto é, serão descritos os dados analisados e as principais conclusões retiradas através da realização do estudo.

4.1. Metodologia

Sendo o mercado cambial (*Forex Market*) o maior mercado do mundo importa referir que diariamente são negociados cerca de um trilhão de dólares. Segundo Heakal, o conceito das taxas cambiais surgiu entre 1870 e 1914 em que existiu uma taxa de câmbio fixa a nível global. O valor da moeda local era fixo face a uma taxa de câmbio que posteriormente poderia ser trocada por ouro, passando este conceito a ser designado por ouro-padrão. Isto permitiu a mobilidade de capitais sem qualquer restrição, bem como a estabilidade global da moeda e do comércio. No entanto, com o surgimento da Primeira e Segunda Guerra Mundial este padrão face ao ouro foi abandonado.

Ainda assim, no final da Segunda Guerra Mundial através da conferência de *Bretton Woods* uniram-se esforços para que voltasse a existir estabilidade económica mundial, aumentando também o volume do comércio e com isto, foram ainda estabelecidas regras e regulamentos básicos que regem o intercâmbio internacional. Daqui surgiu o mercado monetário internacional, ligado ao Fundo Monetário Internacional (FMI), criado com o intuito de promover o comércio exterior e manter a estabilidade dos países, e portanto, da economia global. Ficou acordado que mais uma vez a moeda seria fixa, ou indexada, mas desta vez face ao dólar, que por sua vez foi indexado ao ouro em 35 USD / 1 onça de ouro. Isto significa que o valor de uma moeda estava directamente ligada ao valor do dólar. Por exemplo, caso se pretendesse comprar libras esterlinas, o valor da libra seria expresso em dólares, cujo valor, por sua vez, seria determinado no valor do ouro. Caso um país tivesse necessidade de reajustar o valor da sua moeda, poderia solicitar ao FMI para ajustar a indexação do valor da sua moeda. Isto foi possível manter até 1971, quando o valor do dólar face ao ouro se tornou desajustado. A partir daqui, os governos de maior importância mundial adoptaram um sistema flutuante e todas as tentativas de criar uma taxa fixa foram colocadas de parte e a utilização do ouro como um padrão teve o mesmo seguimento.

As principais razões para indexar uma moeda estão ligadas essencialmente à estabilidade que daí advém, especialmente, hoje em dia, nos países em desenvolvimento. O país pode optar por indexar a sua moeda para criar um ambiente estável ao investimento estrangeiro. Com uma indexação o investidor pode sempre saber qual o valor do seu investimento e portanto, não tem a preocupação das flutuações diárias. Uma moeda indexada pode

também ajudar na diminuição das taxas de inflação, o que por sua vez aumenta a procura, e conseqüentemente traduz-se num aumento de confiança e estabilidade da moeda.

É possível verificar a existência de troca de moeda nacional por moeda estrangeira em diversas situações nomeadamente, até no simples facto de viajar para um país em que necessita da moeda desse mesmo país. Embora pareça uma actividade com pouca importância, é certo que está a participar no mercado cambial (*Forex*), que através das possíveis transações gera os 3 triliões de dólares diariamente. Visto ser um mercado de uma enorme dimensão é importante ter em conta algumas considerações antes de serem analisados os dados cronológicos objecto deste estudo.

Em primeiro lugar, importa distinguir o mercado cambial dos restantes mercados de activos, em que, por exemplo, no mercado de acções é possível o investidor optar por uma vasta variedade de acções. Por sua vez, no mercado cambial tem de seguir essencialmente as oito principais economias mundiais e então avaliar qual a que proporcionará as melhores oportunidades de sobre ou subavaliação.

Sendo os oito países que apresentam maior importância no mercado cambial, os seguintes: EUA; Zona Euro (em que apenas se deve dar ênfase à Alemanha, França, Itália e Espanha); Japão; Reino Unido; Suíça; Canadá; Austrália e Nova Zelândia. São estas as economias que apresentam os maiores e mais sofisticados mercados financeiros mundialmente. Quando as avaliações são focadas essencialmente nestes 8 países, é possível obter vantagens nas receitas dos juros sobre o crédito e outros instrumentos líquidos dos mercados financeiros. Importa ainda referir que os dados destes países são obtidos diariamente, permitindo aos investidores avaliarem a performance económica de cada um, tendo em conta as suas expectativas e objectivos.

No momento em que se efectuam operações com troca de moeda, é fundamental prever ou analisar a quantidade de retorno do rendimento. Nas trocas do mercado *spot* são compradas e vendidas duas moedas subjacentes visto que, todas são cotadas aos pares, ou seja, cada moeda é valorizada em relação à outra. Isto significa que, por exemplo, na cotação USD/GBP = 0,6034 são necessários 0,6034 dólares para comprar 1 libra esterlina. Com isto, conclui-se que em qualquer operação de câmbio no acto da compra de uma moeda, vende-se simultaneamente outra; na realidade, estão a ser utilizados os procedimentos da moeda que foi vendida para adquirir a moeda que se pretende comprar. Para além disso, todas as moedas do mundo vêm anexadas a uma taxa de juro que é

previamente fixada pelo banco central do país a que corresponde cada moeda. Portanto, nesta situação, no momento em que se vende moeda está incutido o pagamento de juros, mas por outro lado, usufrui da vantagem de ganhar com o valor dos juros da moeda que compra. É por isso fundamental ter conhecimento do valor das taxas de juro para a negociação no *Forex Market* e exige que haja uma boa compreensão dos fundamentos económicos presentes no país em questão. De um modo geral, os países que apresentam fortes taxas de crescimento e um aumento na inflação, têm consequentemente taxas de juro mais elevadas. Por outro lado, os países que enfrentam condições económicas mais difíceis apresentam uma desaceleração na procura, fazendo com que haja recessão económica e, por sua vez, irão reconsiderar as taxas de juro, fazendo com que estas diminuam.

Com isto, é possível concluir-se que é graças à disponibilização de meios eletrónicos de negociação, que o mercado *Forex* se tornou muito mais acessível a todos os investidores, oferecendo diversas oportunidades onde existe a possibilidade de aprender a reduzir o risco e a obter maiores rendibilidades.

Para este estudo, importa ainda salientar o facto de existirem os Bancos Centrais de cada país, e qual a importância que estes têm para o mercado cambial. Tendo em conta as 8 principais economias referidas um pouco atrás, cada uma delas é direccionada segundo as leis e imposições dos respectivos bancos centrais. Visto o estudo se basear nas taxas de câmbio USD/GBP, ou seja, a moeda dos EUA e do Reino Unido, apenas serão evidenciados alguns aspectos que caracterizam os seus bancos centrais.

De um modo geral, o que faz mover o mercado de câmbios são as taxas de juro, visto serem estas a razão principal para os investidores internacionais transferirem dinheiro de um país para outro, com o objecto de garantir as maiores e mais seguras rendibilidades. Têm sido as taxas de juro o foco crucial dos investidores profissionais em todo o mundo, dado o crescente aumento da existência de taxas de juro nos países, mas a maioria dos indivíduos que efectua transações individuais, desconhece que o valor absoluto das taxas de juro não é o mais importante; o que realmente importa são as expectativas do local onde as taxas de juro serão comandadas no futuro. É por isso que ter algum conhecimento acerca dos bancos centrais, possibilita a previsão de qual a direcção que a moeda seguirá no futuro.

Com isto, apresenta-se de seguida as principais características Banco Central dos EUA e do Reino Unido:

1. *U. S. Federal Reserve System (Fed)*

O *Federal Reserve* é provavelmente o banco central mais influente do mundo visto que, o dólar americano está presente em praticamente 90% das transações monetárias. Desta forma, acaba por ter uma elevada importância na valorização de muitas moedas, em que o *Federal Open Market Committee (FOMC)* é o grupo que decide acerca do valor das taxas de juro, sendo composto por 7 presidentes do *Federal Reserve Board*, e mais 5 presidentes de doze bancos de reserva distritais.

Apresenta uma frequência de reuniões de 8 vezes por ano e o seu mandato rege-se segundo a estabilidade dos preços a longo prazo e dá importância ao crescimento sustentável.

2. *Bank of England (BoE)*

O Banco de Inglaterra é composto por uma comissão de 9 membros: um presidente; dois vice-presidentes; dois administradores executivos e quatro especialistas exteriores ao banco. É considerado um dos bancos centrais mais eficazes.

O mandato tem como finalidade manter a estabilidade monetária e financeira, mantendo também a estabilidade dos preços e a confiança na sua moeda. Para conseguir alcançar este objectivo, apresenta uma meta de inflação de 2%. Caso os preços sofram um aumento muito superior a esse nível, o banco central intervém para conseguir conter a inflação e, caso aconteça o contrário, isto é, se o nível baixar muito para além dos 2%, o banco central terá de tomar medidas para aumentar a inflação. Através destas e de outras medidas, a economia do Reino Unido tem tido um crescimento constante ao longo de mais de 200 anos.

Concluindo, para uns o mais importante é manter a inflação, e por isso direccionam a sua política monetária em função dos níveis dos índices de preços do consumidor e é dessa forma que vão impulsionar ou reduzir a inflação. É através da combinação das políticas monetárias dos dois bancos centrais que se pode criar uma previsão sólida do comportamento de dois tipos de moeda, podendo existir um aumento ou não das taxas de juro, dependendo da política de cada um.

No contexto da realização deste estudo e após todas estas considerações, importa de seguida apresentar os dados mais concretos acerca do objecto da investigação e a respectiva metodologia utilizada na exposição do mesmo. Tal como já foi referido anteriormente, as moedas escolhidas foram o dólar americano (*United States Dollar* - USD) e a libra esterlina (*Great Britain Pound* - GBP). A série escolhida é diária, com base nas cotações (preços) da taxa de câmbio USD/GBP. O período em análise será desde o dia 13 de Julho de 1998 até ao dia 14 de Julho de 2014, ou seja, abrange no total um período de 15 anos e as observações totalizam 4170. Os dados foram obtidos de www.oanda.com, e por uma questão de simplificação foi escolhido o valor médio, entre os preços de compra e venda, na data de fecho diária. A série cronológica foi escolhida segundo as variações observadas anualmente, e concluiu-se que através de uma série temporal mais alargada, seria possível observar mais efeitos de volatilidade. Desde 1998 até 2014 abrange dois séculos diferentes e surge o Euro em 2000 que poderá ou não influenciar o comportamento desta taxa de câmbio.

Será feita inicialmente uma análise das cotações, ou seja, os preços originais da taxa de câmbio em estudo, bem como serão apresentados todos os factores a nível mundial que influenciaram o comportamento da mesma. De seguida será efectuada a respectiva análise das rendibilidades através de representação gráfica em função da expressão $(R_t = \ln P_t - \ln P_{t-1})$, onde se irão verificar os eventuais lucros/prejuízos daquela taxa ao longo dos anos.

Posteriormente, serão apresentadas as estatísticas descritivas das rendibilidades, onde serão efectuados alguns testes através do *software Eviews* para se verificar a existência de estacionariedade, autocorrelação, heterocedasticidade, etc.

Por fim, também através do *software*, será realizada a estimação da modelação da volatilidade condicionada, através dos modelos *ARCH* e *GARCH*. Ou seja, basicamente pretende-se verificar a existência de *clusters* na volatilidade da taxa de câmbio USD/GBP.

Esta metodologia comporta o seguimento do que foi estudado e apresentado nos capítulos anteriores, sendo de seguida apresentado o exemplo de aplicação prática de todos os modelos estudados.

4.2. Caracterização e Descrição da Amostra

Com o intuito de observar e estudar o comportamento da volatilidade da taxa de câmbio de dois países que são considerados os mais industrializados e com uma economia das mais fortes a nível mundial, foi então selecionada a taxa de câmbio USD/GBP. A razão pela qual a escolha foi em função do dólar e não da libra, deve-se ao facto do dólar americano ser desde sempre, até aos dias de hoje, uma moeda de referência para muitas das transações que se efectuam em diversos mercados e áreas de todo o mundo. Visto serem ainda países de grande dimensão e com características muito diversificadas, é importante observar os comportamentos causados pelos diversos acontecimentos, resultado da globalização, isto porque um pertence ao continente norte-americano e o outro à Europa, ou seja, é importante compreender de que forma determinados factos podem ou não afectar os países mundialmente.

Para este caso concreto e tal como já foi referido, a análise engloba 15 anos, com observações diárias sucessivas em 5 dias, correspondente aos cinco dias da semana de trabalho. Tal como todos os mercados financeiros, o mercado cambial também encerra ao fim-de-semana. Totalizando as 4170 observações obtidas através do Oanda, e tendo em conta os preços médios entre compra e venda (*Bid e Ask*) originais diários, apresenta-se a Figura 4.1. onde é possível observar a evolução dos preços ao longo dos 15 anos em análise.

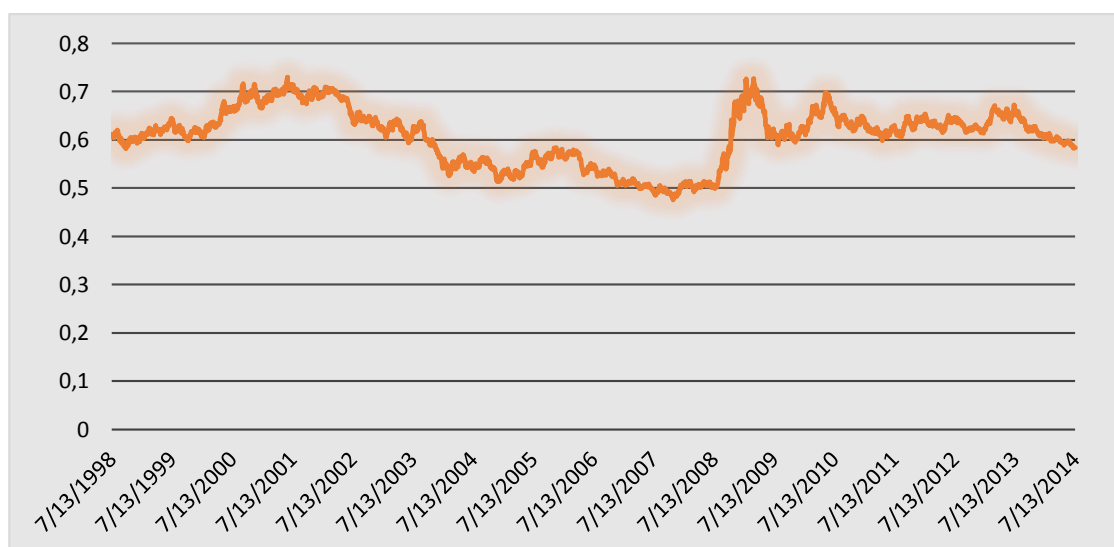


Figura 4.1. Evolução dos Preços Médios Diários da Taxa de Câmbio USD/GBP entre 13/07/1998 e 14/07/2014

Fonte: Elaboração Própria

Ao observar a figura é possível concluir que a taxa de câmbio apresenta um comportamento bastante irregular ao longo do tempo, embora em determinados momentos existam padrões mais comuns como é o caso do período entre 2011 e metade de 2012, em que o comportamento não apresenta tantas oscilações como em anos anteriores. Pelo contrário, entre 2008 e 2009 ocorreu uma grande subida repentina dos preços. Nestes dois anos os valores atingidos apresentaram em determinados momentos os mesmos valores que se registavam entre 2000 e 2002. Por sua vez, 2007 foi o ano em que se registaram os preços mais baixos, onde até então existia uma descida regular dos mesmos e a partir de Julho de 2008 começaram a subir, e até hoje nunca mais foi possível obter valores tão baixos.

Basicamente, e para que seja possível compreender um pouco melhor as oscilações ao longo dos anos em análise, importa referir os acontecimentos importantes que foram ocorrendo e que implicação houve na taxa de câmbio USD/GBP.

Entre 1997 e 1998, existiu uma enorme fuga de capitais e uma desvalorização cambial entre diversos países Asiáticos, chamados Tigres Asiáticos, sendo eles a Tailândia, Malásia, Coreia do Sul, Hong Kong, Indonésia e Filipinas. Este incidente fez com que estas economias que até então eram crescentes e sólidas fossem destruídas, originando uma crise financeira em todo o mundo. Neste sentido, apenas se pode concluir que em relação a esta taxa de câmbio ela se mantinha em valores relativamente estáveis. Logo de seguida, ainda em 1998, surge a crise financeira Russa que derivou da crise Asiática, face ao preço das *commodities* que diminuiu em todo o mundo, e a Rússia dependia da exportação de *commodities* como o Gás Natural e o Petróleo. Com isto, a sua dívida externa privada aumentou fazendo com que os investidores passassem a evitar os mercados emergentes.

Por sua vez, em 1999 existiu um forte crescimento económico que foi impulsionado pelo aumento da produtividade e consequentemente da procura. A partir de 2000, mais propriamente em Março, houve uma rápida valorização das acções das empresas ligadas à Internet, afectando na generalidade os países mais desenvolvidos gerando um colapso nestas empresas e naturalmente bolsista. Para agravar ainda mais a situação, ocorreram os ataques do 11 de Setembro de 2001 nos EUA. Neste caso concreto, não afectou a taxa de câmbio visto que, a cotação de fecho no dia 11 de Setembro era ligeiramente mais alta do que no dia anterior e no dia 12 voltou a descer. Ainda entre 2000 e 2001 sucedeu a

crise turca, em que a sua moeda sofreu uma rápida corrosão, aumentando a especulação e os preços.

Na restante parte do ano 2001 e em 2002 as maiores praças mundiais apresentaram rendibilidades negativas, devido à instabilidade internacional vinda do Médio Oriente; por sua vez, na Argentina dava-se a quebra do seu sistema bancário. Só em 2003 é que muitas das economias começaram a melhorar, o que para as taxas de câmbio fez com que estas continuassem a diminuir. Os países em questão registaram um aumento do PIB, acrescentado pelo incremento do rendimento nacional, visto também ter existido um aumento na produtividade. Aqui a taxa de câmbio continuou a decrescer.

Dados os conflitos entre EUA e Iraque finalmente estar mais controlado e resolvido, foi possível aumentar a confiança dos consumidores. Em 2004 este comportamento continuou a ser visível, proporcionando um aumento da capitalização bolsista, que consequentemente fez aumentar os preços, e os títulos de dívida, por sua vez, diminuíram. Para a taxa USD/GBP o ano 2004 verificou muitos altos e baixos, mas a principal variação registou-se no final do ano, começando em 2005 a subir novamente, onde os mercados destes países continuavam a evoluir favoravelmente, a partir do progresso da taxa de câmbio até metade de 2006. Aqui a capitalização bolsista continuou a registar um crescimento no volume de transações.

A partir de 2007 a taxa de câmbio voltou a registar novamente um decréscimo, sendo no final do ano o registo do preço mais baixo desta taxa. Neste ano surgiu uma forte instabilidade nos mercados financeiros, resultado do aumento do preço das matérias-primas e no caso dos EUA existiu um grande aumento no incumprimento das taxas dos empréstimos hipotecários de alto risco, provocando uma forte instabilidade no sistema financeiro internacional. Este acontecimento teve um forte impacto na rendibilidade e na solvabilidade de muitas instituições financeiras, mas também na economia norte-americana e consequentemente mundial. Tudo isto foi consequência do aumento da dívida hipotecária, que foi mais notada nos EUA, fazendo com que os empréstimos à habitação se tornassem cada vez mais hostis, danificando a qualidade do crédito com repercussões negativas em muitos sectores de actividade. A partir do segundo semestre de 2008 e em 2009 a crise tornou-se mais acentuada devido ao facto de ter existido segundo Bentes (2011) um «falhanço do funcionamento, organização e controlo do sistema financeiro como até então não se conhecia». Tudo isto teve como consequência

a falência e nacionalização de várias instituições financeiras e houve cortes nas concessões de crédito tanto às empresas como a particulares, aumentando com isto ainda mais a recessão. Desde então, e sendo os EUA um dos países mais influentes e com uma das maiores economias do mundo, todos os seus problemas foram arrastados até aos países mais ou menos desenvolvidos. Alguns dos países que mais sofreram e ainda sofrem actualmente com esta crise são as economias mais pequenas e frágeis, sendo exemplo disso Portugal, Espanha, Grécia, Irlanda, etc. Aqui as dívidas externas são enormes, existe desvalorização da moeda e o desemprego apresenta taxas muito elevadas.

Foi a partir de 2008 até 2009 e depois em 2010 que a taxa de câmbio USD/GBP apresentou os valores mais elevados. Desta forma, é possível concluir que em momentos mais estáveis a taxa mantém-se num nível mais reduzido; em situações de maior crise, apresenta uma subida acentuada. Embora a crise ainda seja visível e sentida em muitos países, a taxa tem-se vindo a manter razoavelmente estável, visto as economias das grandes potências financeiras se terem sensivelmente voltado a equilibrar.

4.2.1. Análise das Rendibilidades da taxa de câmbio

No seguimento do que tem sido estudado, e para que seja possível aprofundar mais a questão e a análise da taxa de câmbio que é objecto de estudo desta dissertação, surge de seguida a análise das rendibilidades da amostra escolhida. O estudo das rendibilidades ajuda na compreensão do comportamento dos activos para a série cronológica seleccionada. A medida mais utilizada é a volatilidade histórica representada por σ , que representa o desvio padrão das rendibilidades dadas por

$$R_t = \ln P_t - \ln P_{t-1} \quad (4.1)$$

onde P_t e P_{t-1} representam as cotações no momento t e $t-1$, respectivamente.

Através dos dados cronológicos utilizados neste estudo, o valor das rendibilidades foi encontrado através do logaritmo do preço (P) do dia t e subtraiu-se o valor logaritmo do preço do dia $t-1$. Os valores das rendibilidades encontradas permitem que seja possível analisar a existência de momentos com maior ou menor volatilidade ao longo dos 15 anos estudados.

Veja-se a Figura 4.2. que demonstra como as rendibilidades foram calculadas para os 5 dias da semana.

Monday return	$r_1 = \ln(p_1/p_0) = \ln p_1 - \ln p_0$
Tuesday return	$r_2 = \ln(p_2/p_1) = \ln p_2 - \ln p_1$
Wednesday return	$r_3 = \ln(p_3/p_2) = \ln p_3 - \ln p_2$
Thursday return	$r_4 = \ln(p_4/p_3) = \ln p_4 - \ln p_3$
Friday return	$r_5 = \ln(p_5/p_4) = \ln p_5 - \ln p_4$
Return over the week	$\ln p_5 - \ln p_0 = \ln(p_5/p_0)$

Figura 4.2. Cálculo da Rendibilidade do logaritmo

Fonte: Adaptado de Brooks (2002:8)

Para que se possa compreender de forma mais concreta como foram calculadas as rendibilidades, surge a Tabela 4.1. onde se pode observar um exemplo em que se aplicou este cálculo.

Tabela 4.1. Exemplo do cálculo da rendibilidade

Data de Fecho	Taxa USD/GBP	lnPt	lnPt-lnPt-1
7/20/1998	0,6076	-0,498238508	-0,003122178
7/21/1998	0,6070	-0,499226488	-0,00098798
7/22/1998	0,6091	-0,495772821	0,003453667
7/23/1998	0,6090	-0,495937011	-0,00016419

Fonte: Elaboração Própria

Com isto, e tendo em conta os dados seleccionados, conforme mencionado anteriormente, para que fosse possível a inserção dos mesmos no *software Eviews*, importa expor que a primeira observação inicia com o dia 20 de Julho de 1998 e a última verifica-se no dia 11 de Julho de 2014. Como as séries têm de apresentar 5 dias da semana consecutivos, e tendo em conta que as rendibilidades são calculadas em função do Preço do dia anterior, apenas se iniciou na segunda-feira seguinte ao dia 13 de Julho de 1998 e terminou-se na última sexta-feira em 11 de Julho de 2014, tudo isto por uma questão de simplificação.

Assim sendo, e tendo em conta as 4170 observações da rendibilidade da taxa de câmbio USD/GBP apresenta-se a Figura 4.3. que ilustra as rendibilidades diárias calculadas em função da expressão (4.1).

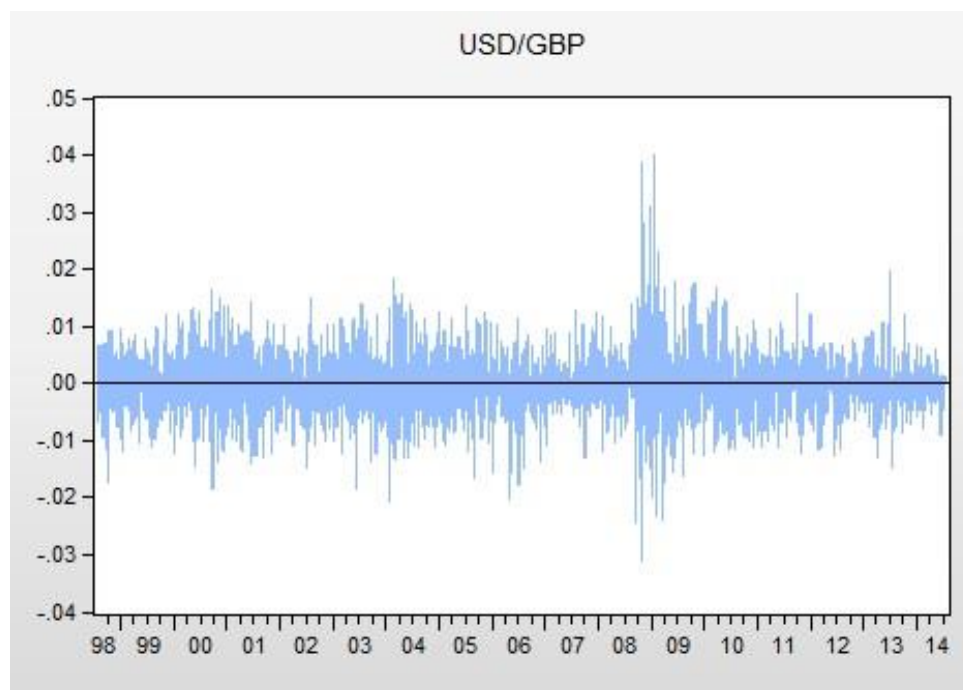


Figura 4.3. Evolução das rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho 2014

Daquilo que se pode observar em termos gráficos, verifica-se que foi possível reduzir a escala, permitindo que o valor médio da série estabilizasse e existisse uma variabilidade dos dados mais reduzida. Verifica-se ainda a existência de comportamentos bastante diferentes ao longo do tempo, que evidenciam a existência de *clusters* na volatilidade, ou seja, a variabilidade da série não é homogénea, apresentando um período em que a volatilidade é mais significativa e comprova-se o facto de após a existência de uma alta volatilidade, seguem-se períodos também de alta volatilidade. Isto é, conforme afirma Brooks (2002) o nível de volatilidade tende a estar correlacionado com o nível de volatilidade dos períodos imediatamente anteriores.

É evidente a existência de *clusters* no ano 2000 e em 2004, que são seguidos por períodos de baixa volatilidade. Depois registam-se os mais elevados entre 2008 e 2009, voltando posteriormente nos anos seguintes a baixar, e por fim, volta a existir um em 2013. Face

ao ponto anterior, em que foram analisados os preços originais da taxa de câmbio, os registros de maior volatilidade estão em sincronia com os do gráfico das rendibilidades. Nesta situação, analisam-se os eventuais lucros e prejuízos existentes ao longo do período. Tal como se pode observar através do gráfico, os períodos em que a rendibilidade é positiva são bastante idênticos aos valores a negativo. O período que apresenta maior rendibilidade e ao mesmo tempo o maior prejuízo é ano 2008 e 2009, conforme foi exposto em cima, visto que se tornou o período de maior crise nos últimos anos. Ainda assim, é de salientar que as observações maioritariamente apresentam valores maiores negativos do que positivos, ou seja, através da utilização da taxa USD/GBP ao longo destes 15 anos, pode concluir-se que se obteria maior quantidade de prejuízo do que lucro. Tal será possível de observar mais à frente neste estudo, através da realização de alguns testes. Portanto, face à análise das rendibilidades o investidor obteria prejuízo, o que significa uma rendibilidade negativa.

4.2.2. Estatísticas Descritivas das Rendibilidades da taxa de câmbio

Com o intuito de aprofundar mais a investigação face ao comportamento das rendibilidades obtidas no ponto anterior, é fundamental apresentar as estatísticas descritivas dos dados encontrados, bem como os histogramas e diversos testes onde se pode compreender melhor a existência de volatilidade e evidenciar algumas das medidas para avaliar o comportamento da taxa de câmbio ao longo do tempo analisado.

Com isto, apresenta-se a Figura 4.4. que evidencia o histograma das rendibilidades e algumas das estatísticas descritivas mais importantes que serão analisadas na Tabela 4.2., conforme se segue:

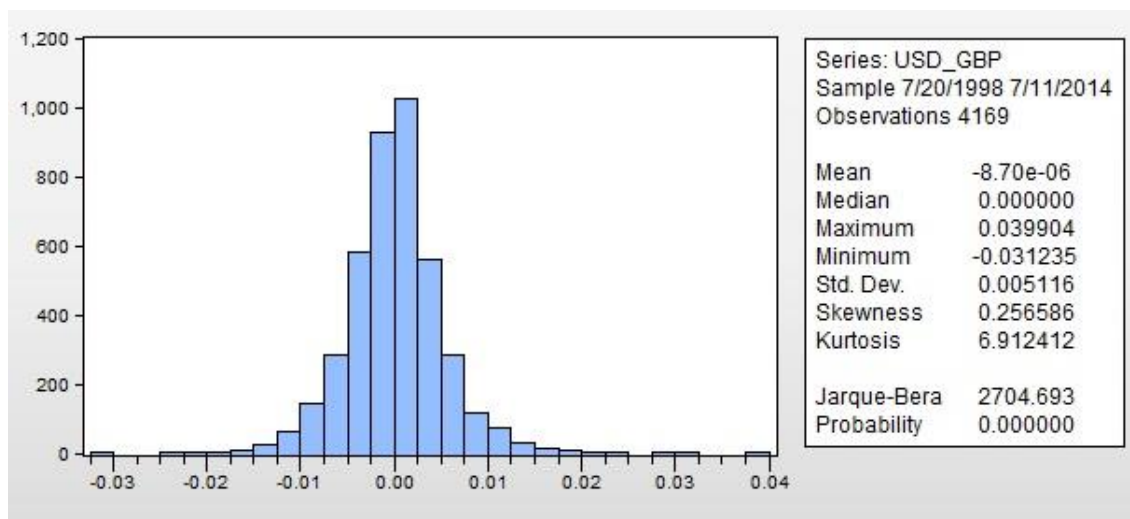


Figura 4.4. Histograma das rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Tabela 4.2. Medidas de estatística descritiva das rendibilidades diárias da taxa de câmbio no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Período: 20 de Julho 1998 a 11 de Julho 2014	
Observações: 4170	
Estatísticas	USD/GBP
Média	-8,70E-06
Mediana	0,00000
Máximo	0,039904
Mínimo	-0,031235
Desvio-Padrão	0,005116
Simetria	0,256586
Curtose	6,912412
<i>Jarque-Bera</i>	2704,693

Tal como se pode observar, a média das rendibilidades diárias apresenta valores próximos de zero, embora seja um valor negativo. Para que se consiga compreender melhor o

significado deste resultado, foi realizado um teste em que se admite como Hipótese Nula (H_0) que a média é igual a zero. Com isto, e através da utilização do teste t para uma amostra, obteve-se uma probabilidade de 0,9126 que significa a não rejeição de H_0 , ou seja, demonstra que o valor obtido não é estatisticamente diferente de zero. Através destes resultados pode afirmar-se que as rendibilidades que foram consideradas apresentam alguma dispersão em volta da média. Tendo em conta todos os dados históricos que foram surgindo ao longo dos anos, e que alguns deles envolviam um dos países da taxa de câmbio, é normal que exista alguma dispersão nos 15 anos em análise, fazendo com que a oscilação do preço USD/GBP fosse mais sentida.

Em relação ao coeficiente da assimetria das distribuições que é igual a 0,256586, ou seja, é positivo. Isto significa que a partir da análise gráfica do histograma, se consegue perceber que existe um alongamento do lado direito do gráfico, podendo por isso significar que existem suaves descidas no valor dos preços da taxa de câmbio, e por sua vez nas rendibilidades.

Outra medida que deve ser analisada é a curtose, que neste caso apresenta o valor 6,912412. Segundo Aurélio (2012) e tendo em conta o Índice Momento de Curtose, para este caso deve ser tido em conta que:

- Se $C > 3 \rightarrow$ A distribuição é leptocúrtica (alongada);
- Se $C = 3 \rightarrow$ A distribuição é mesocúrtica (normal, nem achatada nem alongada);
- Se $C < 3 \rightarrow$ A distribuição é platicúrtica (achatada).

Visto ser superior a 3 (valor da distribuição Normal), significa que a distribuição empírica das rendibilidades diárias é leptocúrtica. Este comportamento sugere que os dados não seguem uma distribuição normal isto é, a distribuição das taxas de variabilidade das rendibilidades apresenta uma curva fechada, apresentando grande parte dos dados em redor do centro, e as caudas tendem a aproximar-se cada vez mais de zero.

Pode ainda analisar-se através de mais um teste que não existe normalidade nos rendimentos da amostra, através da medida de curtose e com o teste de *Jarque-Bera* que apresentou o valor de 2704,693 e onde se pode constatar também que a probabilidade associada é praticamente nula. Ou seja, através das diferenças entre os coeficientes da assimetria e da curtose, é possível testar a Hipótese Nula de que a amostra segue uma distribuição Normal. Para que se possa efectuar o cálculo deste teste, são necessários os

valores da assimetria e da curtose dos resíduos que posteriormente se utiliza a seguinte expressão:

$$JB = n \left(\frac{S^2}{6} + \frac{(k-3)^2}{24} \right) \quad (4.2)$$

onde,

n = número de observações;

S = coeficiente de assimetria;

k = coeficiente de curtose.

A medida estatística *Jarque-Bera* segue uma distribuição qui-quadrado com dois graus de liberdade. Ou seja, se o valor JB for muito baixo, a hipótese nula de normalidade da distribuição dos erros aleatórios não pode ser rejeitada. Por outro lado, se o valor de JB for muito alto, rejeita-se a hipótese de que os resíduos ou erros aleatórios se comportam como uma distribuição normal.

Por sua vez, o excesso de curtose é medido em relação à distribuição normal de curtose igual a 3. Tendo em conta os valores obtidos no teste à normalidade de *Jarque-Bera* associado às medidas da curtose e assimetria e ao facto da probabilidade associada ser nula para as rendibilidades da taxa de câmbio, rejeita-se a hipótese de normalidade nos rendimentos (Hipótese Nula), num nível de significância de 1 %.

Portanto, conforme já foi exposto, confirma-se que as distribuições de rendimentos apresentam uma tendência de afastamento em relação a uma distribuição normal.

4.3. Modelação da Volatilidade Condicionada

Antes de se apresentar a estimação propriamente dita dos modelos de volatilidade, importa ainda verificar alguns pressupostos fundamentais, que irão apresentar resultados mais fiáveis face ao estudo dos *clusters* na volatilidade nas rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP. Entre os quais, são de salientar os testes de estacionariedade, de autocorrelação e ainda os testes de heterocedasticidade (*ARCH-LM*).

4.3.1. Verificação dos pressupostos

Estacionariedade

Sendo uma medida importante, apresenta-se de seguida a análise da estacionariedade da amostra, completando o estudo das estatísticas descritivas. Segundo Brooks (2002) enquanto as alterações esperadas ou não nas sucessões cronológicas estacionárias vão desaparecendo com o passar do tempo, na situação contrária essas oscilações podem permanecer, ou até mesmo multiplicar-se continuamente por tempo indefinido. Visto que a estacionariedade é considerada um dos princípios mais importantes nos modelos econométricos desenvolvidos na década de 70, em que caso existam incumprimentos no seu estudo, podem surgir diversas limitações e tornar alguns dos testes ineficientes.

Com isto, de entre os variados testes possíveis de modelação da estacionariedade, optou-se por utilizar o teste *Augmented Dickey Fuller* (ADF) e também o teste *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS), ambos mais conhecidos por testes de não estacionariedade ou de raiz unitária.

Segundo Bentes (2011) para o caso do teste ADF deve ser considerada a seguinte regressão para a variável y_t

$$\Delta y_t = \omega + \delta_t + (\rho - 1) y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \lambda_i \Delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.3)$$

onde,

→ $\omega + \delta_t$ trata-se da tendência determinística;

→ ρ é o coeficiente de auto-regressão da variável y_t ;

→ ε_t a perturbação aleatória com o número de defasamentos escolhido de forma a que $\varepsilon_t \sim i.i.d. (0, \sigma^2)$.

Aplicados na prática, estes defasamentos são escolhidos segundo o critério *SIC* – *Schwartz's Bayesian Information Criterion* ou pelo *AIC* – *Akaike Information Criterion*. Exactamente por ser mais parcimonioso foi seleccionado o critério *SIC*.

Em relação ainda à expressão (4.3) importa também referir que $(\rho - 1) y_{t-1}$ é utilizado para apreender a estacionariedade ou não estacionariedade do processo, tendo em conta o teste habitual à Hipótese Nula: $\rho = 1$, que determina a existência de uma raiz unitária

para a variável em níveis (y_t) e em primeiras diferenças (Δy_t), contra a Hipótese Alternativa traduzida por $|\rho| < 1$ (estacionariedade). Ou seja, de uma forma geral, a Hipótese Nula testa a existência de uma tendência estocástica (não estacionária) contra a Hipótese Alternativa de existência de uma tendência determinística (estacionária).

Estes valores podem então ser obtidos através de diversos programas informáticos, sendo um *output standard* dos mesmos. Um factor não menos importante neste processo é a possibilidade de ser considerada na sua formulação a existência de uma constante e de uma tendência linear (τ_τ), só de uma constante (τ_ω) ou de nenhuma delas (τ). Com isto, resulta que:

→ Se $|\rho| < 1$ pode dizer-se que o processo é estacionário;

→ Se $|\rho| = 1$ diz-se que a sucessão é não estacionária de raíz unitária e,

→ Se $|\rho| > 1$ diz-se que o processo é não estacionário explosivo.

Embora existam dois testes, segundo Dickey e Fuller (1979, 1981) para estudar estas hipóteses, apenas se apresentará o teste que se baseia na distribuição da estatística $T(\rho - 1)$, em que T indica a dimensão da amostra. É de notar que $\tau_\tau < \tau_\omega < \tau$ e que para a estatística τ , os valores críticos do teste ADF são semelhantes aos valores críticos da distribuição Normal estandardizada. Caso este processo seja utilizado indevidamente, conduz a que exista uma rejeição da Hipótese Nula, e o problema aumenta conforme se for aumentando as componentes determinísticas no modelo.

Bentes (2011) *apud* Said e Dickey (1984) afirma que existe um resultado importante face aos testes de *Dickey-Fuller*, que passa pelo facto de a distribuição assintótica da estatística τ_τ ser independente do número de desfasamentos das primeiras diferenças que estão incluídos na regressão ADF. Ainda assim, estes são necessários para eliminar qualquer autocorrelação de ordem superior remanescente na variável residual e com isto, confirma o pressuposto de resíduos $\varepsilon_t \sim i.i.d.$, que é base no uso do método dos mínimos quadrados. O facto de se incluir no modelo uma componente de médias móveis (*Moving Average*) com um número adequado de termos desfasados das primeiras diferenças, não irá alterar a validade assintótica do teste ADF.

Contudo, este modelo foi sujeito a algumas críticas pelo facto de se basear num processo de inferência estatística que assenta no julgamento da Hipótese Nula, que por si só, pode estar sujeita a erros/incorreções. Isto é, o teste ADF tende a «sobre-rejeitar» a Hipótese Nula da não estacionariedade.

Por outro lado, e como alternativa ao teste ADF, através de Kwiatkowski *et. al* (1992) foi desenvolvido o teste KPSS, que se diferencia pelo facto de inverter as hipóteses em análise. Isto significa que, como Hipótese Nula (H_0) tem-se que a sucessão cronológica é estacionária (não possui raiz unitária) e em oposição à Hipótese Alternativa (H_a) de não estacionariedade. Este teste trata-se de um teste de Multiplicadores de *Lagrange* (*LM*), baseado na representação em componentes da sucessão cronológica em que o processo que dá origem aos dados é dado pelo modelo:

$$y_t = \mu t + z_t + u_t \quad (4.4)$$

$$z_t = z_{t-1} + \varepsilon_t$$

em que x_t demonstra a soma de uma tendência determinística (μt), de um caminho aleatório (z_t) e de uma variável residual estacionária (u_t) e onde $\varepsilon_t \sim i.i.d. (0, \sigma_\varepsilon^2)$. Ainda neste modelo a Hipótese Nula da estacionariedade da sucessão cronológica é dada por $\sigma_\varepsilon^2 = 0$, em que o valor inicial z_0 é uma constante. Visto que nesta situação μt é uma variável residual estacionária, então y_t trata-se de um processo *TSP – Trend Stationary Process*. Como tal, se a Hipótese Nula for $\sigma_\varepsilon^2 = 0$ os erros ε_t têm que ser todos nulos, em que $z_t = z_{t-1}, \forall t$ logo, é uma constante. Portanto, o modelo (4.4) expõe um processo estacionário em tendência.

Se se optar por colocar no modelo (4.4) $\mu = 0$, surge uma particularidade em que x_t é um processo estacionário em volta de um nível, ou seja, z_0 em vez de uma tendência. Para este caso a estatística do teste KPSS é representada por

$$LM = \frac{\sum_{t=1}^T S_t^2}{\sigma_u^2}, \quad (4.5)$$

onde,

→ $S_t = \sum_{r=1}^t \hat{u}_r$ representa a soma dos resíduos da regressão de x_t sobre uma constante e uma tendência determinística, mais propriamente significa que $\hat{u}_t = x_t - \mu t - z_0$;

→ σ_u^2 é um estimador da variância dos resíduos μ_t .

Importa também evidenciar que a distribuição da estatística do teste KPSS depende do modelo possuir ou não uma tendência determinística, embora a expressão do teste se mantenha válida para $\mu = 0$ ou $\mu \neq 0$.

Tendo em conta que os testes ADF e KPSS utilizam a Hipótese Nula em condições opostas, isto significa que ao serem ambos utilizados para testar uma determinada sucessão cronológica, é estrategicamente aconselhado como forma de garantir que no estudo da estacionariedade se pode ter uma maior confiança nos resultados obtidos. Trata-se por isso de uma estratégia designada por «análise de dados confirmatória», que assume então uma maior segurança na classificação da sucessão cronológica, caso os resultados forem consistentes.

Com isto, apresentam-se de seguida na Figura 4.5. e Figura 4.6. os *outputs* obtidos da aplicação dos testes ADF através do programa *Eviews*.

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-55.93068	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.431735	
5% level	-2.862037	
10% level	-2.567078	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Figura 4.5. Resultados do teste ADF (baseado na constante) das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-55.92432	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.960241	
5% level	-3.410883	
10% level	-3.127244	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Figura 4.6. Resultados do teste ADF (baseado na constante e tendência) das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Por outro lado, seguem-se os resultados dos *outputs* do teste KPSS na Figura 4.7. e 4.8. do programa *Eviews*.

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.075991
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.739000
5% level	0.463000
10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Figura 4.7. Resultados do teste KPSS (baseado na constante) das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.079454
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Figura 4.8. Resultados do teste KPSS (baseado na constante e tendência) das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Como forma de simplificar a análise dos quadros expostos em cima, apresenta-se a Tabela 4.3. que demonstra os valores fundamentais no teste da não estacionariedade.

Tabela 4.3. Resumo dos resultados dos testes ADF e KPSS

Testes de Raízes Unitárias		
	ADF	KPSS
Constante	-55,93068**	0,075991
Constante + Tendência	-55,92432**	0,079454

Notas: Valores críticos de MacKinon (1996) para a constante: - 3,432653 (1%) e - 2,862443 (5%); para a constante mais a tendência determinística linear: - 3,960241 (1%) e - 3,410883 (5%); o número de lags em ambos os casos é 0. ** Denota um nível de significância de 1%. Valores críticos do teste KPSS para a constante: - 0,739 (1%) e - 0,463 (5%); para a constante mais a tendência determinística linear: 0,216 (1%) e 0,146 (5%).

Para o teste ADF como na Hipótese Nula (H_0) a série é não estacionária, ou seja, tem raízes unitárias, com os valores obtidos no teste pode constatar-se que são estatisticamente significativos a um nível de significância de 1%, isto significa que o teste é rejeitado (rejeita-se H_0). Isto é, através do teste ADF constata-se que a série cronológica é estacionária.

Por sua vez, para o teste KPSS na Hipótese Nula a série é estacionária. Neste caso, segundo os resultados do teste, a Hipótese Nula é aceite. Portanto, significa que H_0 é aceite e desta forma assume-se que a série é estacionária. Visto que o teste KPSS vem confirmar os resultados do teste ADF, pode concluir-se que a série é estacionária.

Com isto, assume-se a possibilidade de aplicar os modelos econométricos para a amostra em estudo embora serão apresentados outros testes que permitem verificar ainda com mais certeza a possível aplicação do modelo *GARCH*.

Autocorrelação

Outra medida utilizada para comprovar a existência de volatilidade nas rendibilidades da taxa de câmbio em estudo, trata-se do teste à dependência linear das séries cronológicas. Existem dois testes muito utilizados: o teste de *Ljung-Box* (Q), que se associa à função de autocorrelação total e o teste de *Breusch-Godfrey* (BG) que tem origem no multiplicador de *Lagrange*.

Através da aplicação do teste de *Ljung-Box* (Q), testa-se a Hipótese Nula (H_0) de que não existe autocorrelação e Q segue uma distribuição assintótica do Qui-quadrado.

Com a demonstração da Figura 4.9. pode observar-se os resultados obtidos no correlograma, que testa a autocorrelação dos dados das rendibilidades, e obtém-se os valores ao teste de *Ljung-Box* na coluna *Q-Statistics*.

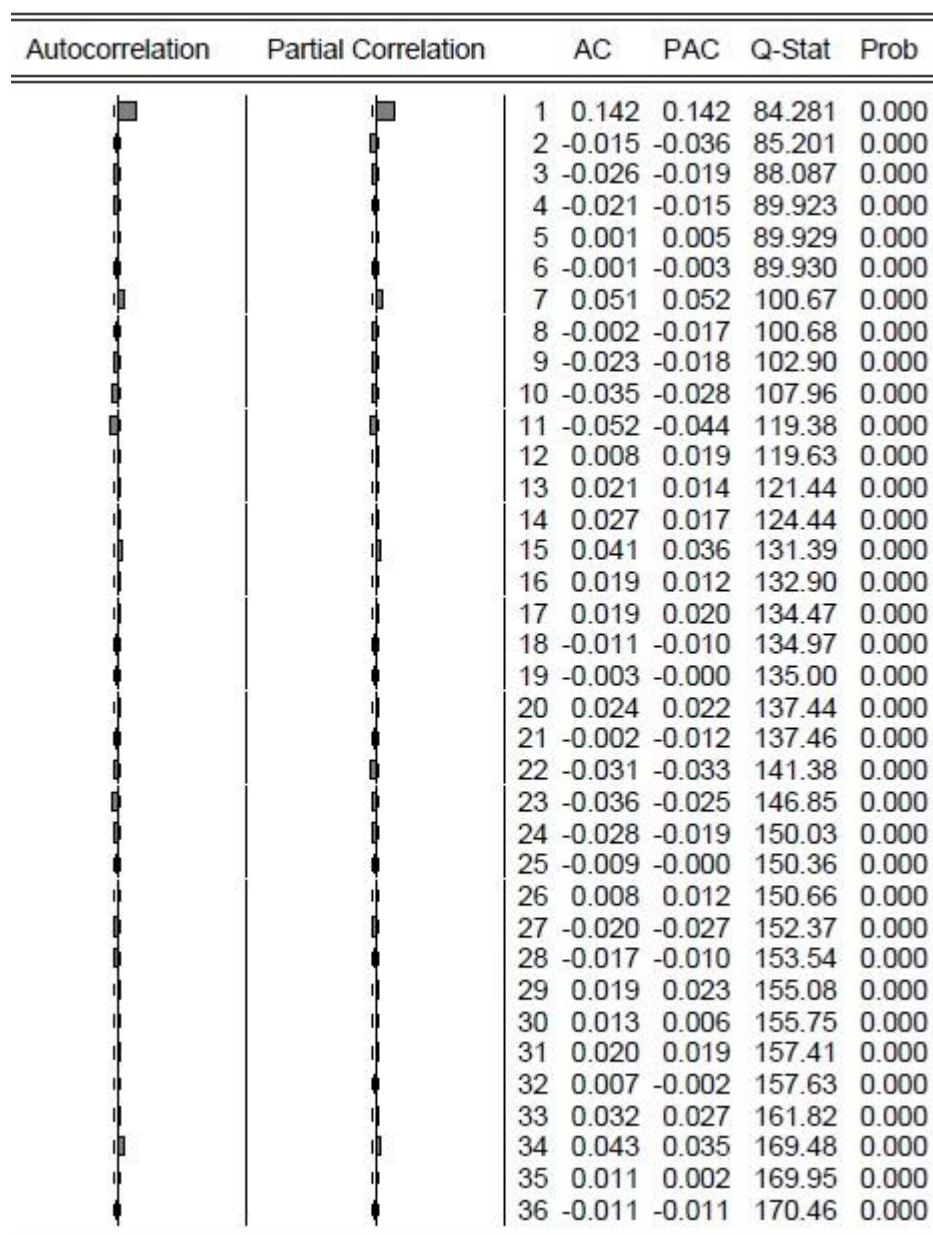


Figura 4.9. Correlograma das Rendibilidades diárias da taxa de câmbio de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Como se pode verificar pelo quadro, rejeita-se a Hipótese Nula de que não há correlação, pois a probabilidade de não haver, tal como demonstram os valores acima apresentados, é zero para todos os casos. Portanto, como os valores são estatisticamente significativos a um nível de significância de 1%, há autocorrelação. Isto significa que os rendimentos estão realmente correlacionados. Pode por isso concluir-se que existe uma relação entre o quadrado dos rendimentos de um período t juntamente com o quadrado dos rendimentos dos períodos antecedentes. Ou seja, isto significa que existe dependência na volatilidade.

Adicionalmente e como forma de confirmação do teste anterior, apresenta-se de seguida o teste de *Breusch-Godfrey (BG)*, onde a Hipótese Nula é igual ao do anterior: não existe autocorrelação. As rendibilidades para este caso constituem um processo de ruído branco (sequência de observações *i.i.d.*), portanto não apresentam dependência linear.

Com isto, apresenta-se na Figura 4.10. os resultados obtidos através da aplicação do teste de *BG*, no programa *Eviews*.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-statistic	11.10715	Probability	0.000000
Obs*R-squared	108.4679	Probability	0.000000

Figura 4.10. Resultados do teste de *Breusch-Godfrey (BG)* para as rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Como se pode observar através do quadro e como forma de simplificar a explicação aos resultados obtidos, surge a Tabela 4.4.

Tabela 4.4. Resultados do teste à ausência de autocorrelação nas rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP

Teste de Breusch-Godfrey (BG)		
	Estatística F	Estatística χ^2
Rendibilidades USD/GBP	11,10715**	108,4679**

Notas: Para calcular o valor do teste utilizaram-se dez defasamentos que resultam em graus de liberdade.

** Denota um nível de significância de 1%.

Como em ambos os testes se verifica que existe autocorrelação e um dos pressupostos dos modelos *ARCH* é a inexistência da mesma, este pressuposto não se verifica. Pelo que terá que se arranjar uma forma de eliminá-la, isto é, é necessário encontrar a dependência linear através de outro modelo, que será apresentado mais à frente.

Heterocedasticidade

Por fim, apresenta-se de seguida o teste à heterocedasticidade, tendo em conta que os modelos *ARCH* são heterocedásticos, apenas faz sentido a sua utilização se as séries cronológicas tiverem presente a heterocedasticidade.

Para tal, recorreu-se inicialmente ao teste *ARCH-LM* de Engle (1982), onde se considera como Hipótese Nula que não há heterocedasticidade. A Figura 4.11. apresenta o *output* obtido no programa *Eviews* com a realização do teste às rendibilidades.

ARCH Test:			
F-statistic	65.83801	Probability	0.000000
Obs*R-squared	569.5168	Probability	0.000000

Figura 4.11. Resultados do teste de *ARCH-LM* para as rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Por simplificação da explicação dos resultados, apresenta-se a Tabela 4.5.

Tabela 4.5. Resultados do teste à ausência de heterocedasticidade nas rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP

Teste <i>ARCH-LM</i>		
	Estatística F	Estatística χ^2
Rendibilidades USD/GBP	65,83801**	569,5168**

Notas: Para calcular o valor do teste utilizaram-se dez desfasamentos. ** Denota um nível de significância de 1%.

De acordo com os resultados obtidos no teste, é possível verificar que os valores são estatisticamente significativos a um nível de 1%. Desta forma, rejeita-se então a Hipótese Nula (não há heterocedasticidade) e, portanto, há heterocedasticidade condicionada.

Para confirmar este resultado, optou-se também pela utilização do teste de McLeod e Li (1983), o já referido e empregue anteriormente, teste de *Ljung-Box* (Q) aplicado ao quadrado dos resíduos. Segundo este teste, considera-se que não estão presentes efeitos *ARCH* nos resíduos, caso os coeficientes de autocorrelação estimados não se apresentem estatisticamente significativos e ao mesmo tempo se a estatística Q não for significativa. Na Figura 4.12. podem ser visualizados os resultados da aplicação deste teste através do correlograma do quadrado dos resíduos.

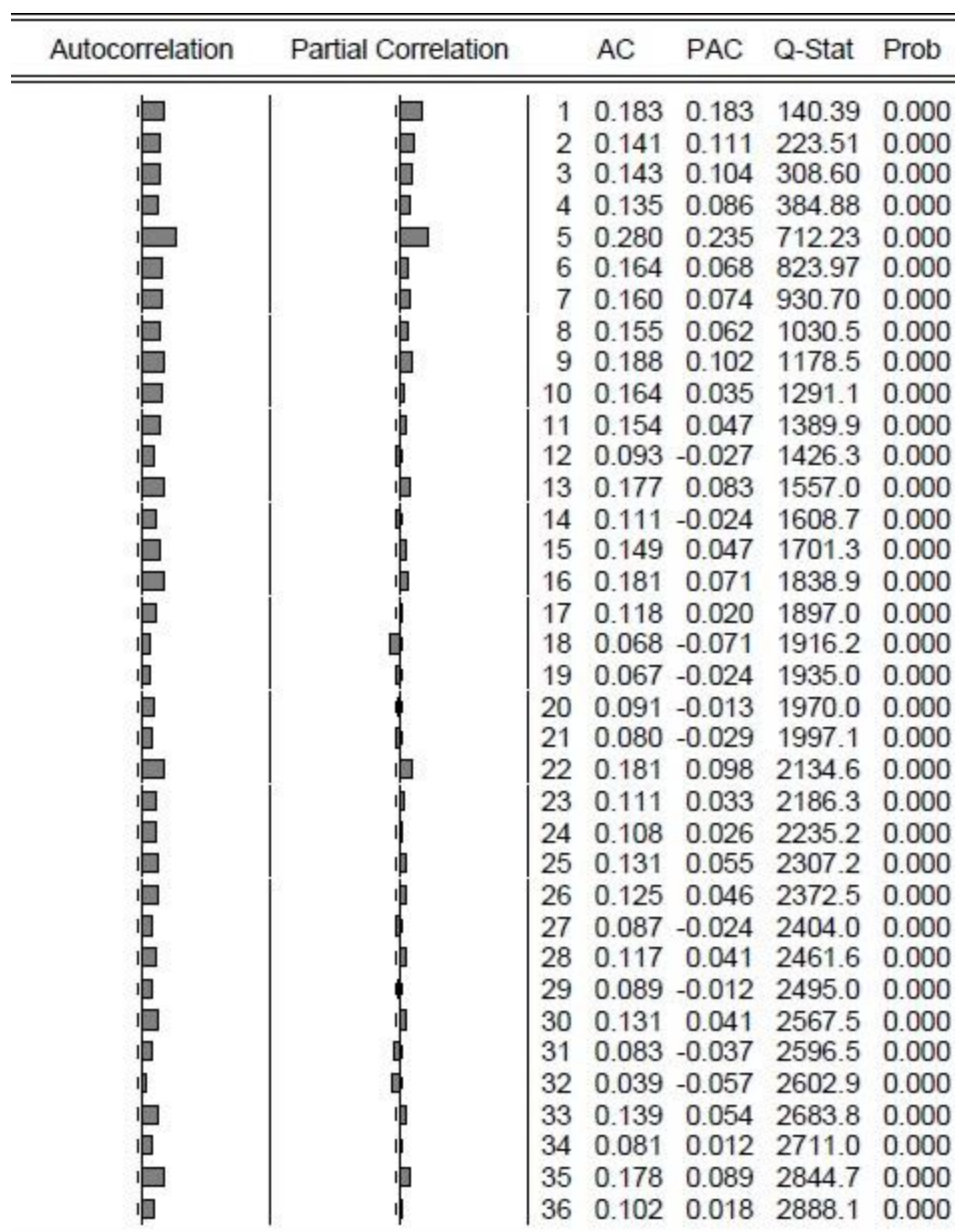


Figura 4.12. Correlograma do quadrado dos resíduos para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Através da análise do correlograma pode verificar-se que as barras das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial para os desfasamentos que foram considerados, são bastante evidentes os valores positivos ao longo das 36 *lags*, e os resultados ao teste de *Ljung-Box* dado pela *Q-Statistics* são estatisticamente significativos a um nível de 1%, rejeitando por isso a Hipótese Nula de que não existe heterocedasticidade.

Com isto, pode concluir-se que havendo heterocedasticidade na série cronológica em estudo, é então possível utilizar os modelos *ARCH* para modelar o comportamento da volatilidade nas rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP.

4.3.2. Análise dos resíduos do modelo *AR* (*p*)

Conforme foi analisado no ponto anterior que a série das rendibilidades apresenta autocorrelação, o que implica a violação do princípio da não dependência temporal, é necessário solucionar este problema. Para ultrapassar esta questão, ajusta-se um modelo autorregressivo – *AR* (*p*) (*Autoregressive Model*) com o intuito de remover qualquer tipo de autocorrelação. Com base no correlograma da Figura 4.10. e analisando a função de autocorrelação e de autocorrelação parcial, opta-se por um modelo *AR* (2) para que seja então possível capturar a autocorrelação presente nos dados.

Ou seja, basicamente e segundo Bentes (2011) estes modelos caracterizam-se essencialmente pelo facto de a variável y_t depender dos valores imediatamente anteriores acrescidos da componente do erro, como se apresenta na seguinte equação

$$y_t = \omega + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.6)$$

onde ω representa uma constante e ε_t é um erro que se presume ser um processo de i.i.d., isto é, $E(\varepsilon_t) = 0$, $Var(\varepsilon_t) = \sigma^2$ e $Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0$, para $t \neq s$. Trabalhando através da equação anterior com base no operador de desfasamentos L , tal que $L^i y_t = y_{t-i}$ (assume-se que y_t é desfasada em i *lags*) obtém-se

$$y_t = \omega + \sum_{i=1}^p \phi_i L^i y_t + \varepsilon_t \quad (4.7)$$

que se pode reduzir a

$$\phi(L) y_t = \omega + \varepsilon_t \quad (4.8)$$

em que $\phi(L) y_t = (1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p)$.

Para o caso em estudo, visto que o modelo escolhido foi o *AR (2)* adopta-se a seguinte equação para as rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP:

$$AR(2) \rightarrow y_t = \omega + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \varepsilon_t$$

Desta forma, e aplicando o modelo descrito em cima apresenta-se de seguida a Figura 4.13. que demonstra o histograma dos resíduos deste modelo, bem como a Tabela 4.6. onde são apresentadas as respectivas estatísticas descritivas do modelo.

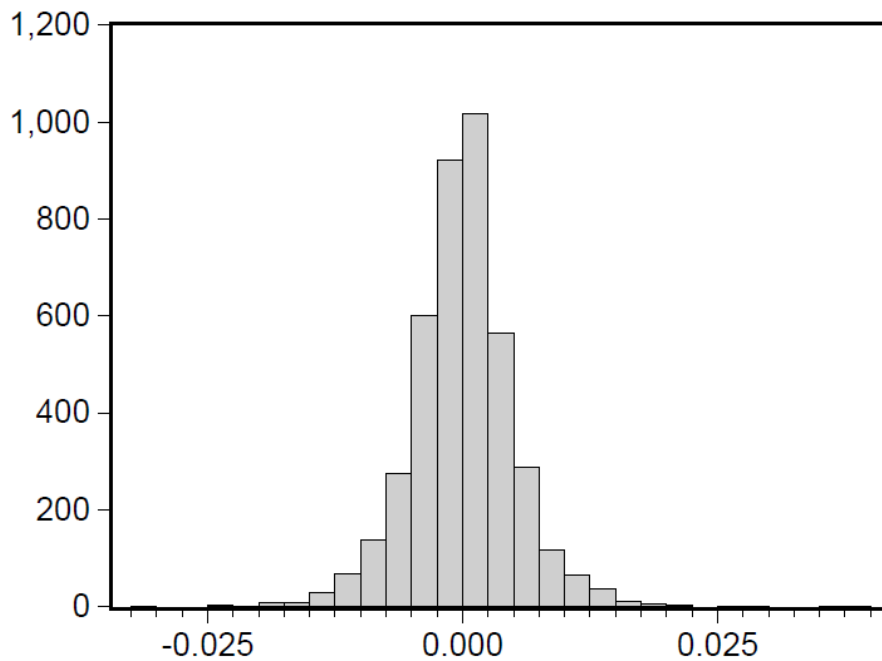


Figura 4.13. Histograma dos resíduos do modelo *AR (2)* para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho 1998 a 11 de Julho de 2014

Tabela 4.6. Estatísticas descritivas dos resíduos do modelo *AR* (2) para as rendibilidade da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Período: 20 de Julho 1998 a 11 de Julho 2014	
Estatísticas	USD/GBP
Média	1,13E-19
Desvio-Padrão	0,005062
Simetria	0,221112
Curtose	6,600566
<i>Jarque-Bera</i>	2283,745**

Tal como se pode observa pelo quadro, os valores da média e do devio-padrão são muito baixos e próximos de zero. Por outro lado, a assimetria é positiva e a curtose apresenta-se com um valor maior do que 3. Isto significa, tal como foi visto anteriormente, que não segue uma distribuição normal. Este facto pode ainda ser comprovado pelo teste de *Jarque-Bera* que rejeita a Hipótese Nula de normalidade com 1% de significância. Através do histograma também é possível observar que os resíduos não seguem uma distribuição normal.

Para que seja possível verificar se o modelo *AR* (2) foi suficiente para capturar a autocorrelação presente nos dados, é necessário averiguar se depois de estimado o modelo *AR* (2) ainda existe autocorrelação. Caso subsista, isto significa que existe uma inadequação do modelo. Para isso, recorre-se novamente ao teste de *Ljung-Box* (*Q*) e de Breusch-Godfrey (*BG*). Para os dois testes, importa lembrar que a Hipótese Nula é a não existência de autocorrelação.

Desta forma, apresenta-se de seguida o correlograma que apresenta os resultados ao teste de *Ljung-Box (Q)* na Figura 4.14.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.001	-0.001	0.0014	0.970
		2	0.002	0.002	0.0216	0.989
		3	-0.016	-0.016	1.1386	0.768
		4	-0.019	-0.019	2.6476	0.618
		5	0.006	0.006	2.7761	0.734
		6	-0.009	-0.010	3.1496	0.790

Figura 4.14. Correlograma dos resíduos do modelo *AR (2)* para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Como se pode verificar pelo quadro, a Hipótese Nula de não autocorrelação não é rejeitada, pelo que o modelo *AR (2)* conseguiu captar a dependência linear na média. O teste apresenta probabilidades elevadas e as funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial que não apresentam coeficientes estimados estatisticamente significativos, levam a que se conclua mais uma vez a existência de não autocorrelação.

De seguida, surge o teste de Breusch-Godfrey (*BG*) que permitirá retirar as mesmas conclusões, caso a Hipótese Nula de inexistência de autocorrelação também for aceite através dos resultados obtidos. Na Figura 4.15. apresentam-se os resultados do teste *BG* para os resíduos do modelo *AR (2)*, obtidos no programa.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-statistic	0.516445	Probability	0.596676
Obs*R-squared	1.033875	Probability	0.596344

Figura 4.15. Resultados do teste à ausência de autocorrelação nos resíduos do modelo *AR (2)* das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

A probabilidade, tal como se pode observar no quadro exposto em cima, apresenta valores bastante altos. O que implica a inexistência de autocorrelação. Por sua vez, a Tabela 4.7. apresenta os valores alcançados para que seja possível compreender melhor os resultados.

Tabela 4.7. Resultados do teste de *Breusch-Godfrey (BG)* para os resíduos *AR (2)* das rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP

Teste de <i>Breusch-Godfrey (BG)</i>		
	Estatística F	Estatística χ^2
Resíduos <i>AR (2)</i>	0,516445	1,033875

Notas: Para calcular o valor do teste do Qui-Quadrado utilizaram-se dez defasamentos. ** Denota um nível de significância de 1%.

Como se pode comprovar, os valores obtidos não são estatisticamente significativos revelando, por isso, a inexistência de autocorrelação. Tendo em conta estes resultados, agora já é possível estimar os modelos *ARCH*. Quanto à heterocedasticidade, como já foi verificado nos dados iniciais que estes são heterocedásticos, não será necessário testá-los novamente.

Face ao que foi exposto ao longo das subsecções deste capítulo, e tendo em conta os valores e resultados obtidos em todos os testes, a opção tomada para modelar a dependência da volatilidade das rendibilidades foi os modelos *ARCH*, tal como já tinha sido dito anteriormente.

4.3.3. Estimação do modelo *GARCH (p,q)*

Tendo em conta todos os pressupostos referidos anteriormente, importa ainda salientar o motivo que predominou face à escolha da estimação do modelo *GARCH* e não do modelo *ARCH*. A escolha deveu-se essencialmente ao facto de o modelo *GARCH* ser mais parcimonioso do que o modelo de origem – *ARCH (q)*. Tal como foi estudado no Capítulo 2, o modelo *GARCH* tornou-se numa evolução e desenvolvimento do inicial modelo *ARCH*, razão pela qual não será apresentado na presente dissertação.

No que toca ao processo de estimação do modelo, optou-se pelo Método de Máxima Verosimilhança (*MLE – Maximum-Likelihood Estimation*) visto que, para este caso, estão a ser estudados modelos não lineares e desta forma, não poderá ser aplicado o Método dos Mínimos Quadrados (*OLS – Ordinary Least Squares*). Assim sendo, optou-se pela

distribuição *GED* – *Generalized Error Distribution* para estimar o modelo, com o objectivo de detectar o facto de os dados evidenciarem que não seguem uma distribuição normal, tal como foi demonstrado anteriormente.

Passando agora à estimação do modelo propriamente dita, importa determinar um modelo *GARCH* (p,q) que seja apropriado para estudar o comportamento das sucessões cronológicas em análise. Com isto, e sendo uma especificação mais simples optou-se por estudar o *GARCH* (1,1) que irá então modelar o comportamento na volatilidade na taxa de câmbio USD/GBP.

De seguida apresenta-se a Tabela 4.8. com os resultados da estimação das rendibilidades para este modelo.

Tabela 4.8. Resultados da estimação dos modelos *GARCH* (1,1) para as rendibilidades da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

GARCH (1,1)	USD/GBP
$\hat{\omega}$	8,69E-08** (4,28E-08)
$\hat{\alpha}$	0,033057** (0,004729)
$\hat{\beta}$	0,963722** (0,00543)
<i>GED</i>	1,388868** (0,040328)
<i>Log-L</i>	16518,83
<i>SIC</i>	-7,912501
<i>AIC</i>	-7,923141

Notas: Os valores entre parêntesis representam o erro padrão.

** Denota um nível de significância de 1%. *Denota um nível de significância de 5%.

Como se pode comprovar, todos os valores dos parâmetros são estatisticamente significativos ou a 1% ou a 5%, bem como o valor da estatística *GED*, significando que o modelo *GARCH* captura adequadamente os *clusters* de volatilidade.

Posteriormente, e com o intuito de comprovar que o modelo capturou integralmente os efeitos *ARCH*, visto que depois de estimada é possível que não se encontre evidência de heterocedasticidade condicionada nos resíduos, calcula-se o teste *ARCH-LM* bem como o correlograma do quadrado dos resíduos. Utilizando os valores obtidos na tabela anterior, apresenta-se a Figura 4.16. onde se pode constatar os outputs obtidos no teste *ARCH-LM*.

ARCH Test:			
F-statistic	1.105106	Probability	0.293209
Obs*R-squared	1.105343	Probability	0.293096

Figura 4.16. Resultados do teste à ausência de heterocedasticidade nos resíduos do modelo *GARCH* (1,1) para a taxa de câmbio USD/GBP

Tendo em conta que a Hipótese Nula é inexistência de heterocedasticidade, através do quadro é possível verificar que para além da probabilidade apresentar valores elevados, na Tabela 4.9. pode verificar-se a explicação dos resultados obtidos.

Tabela 4.9. Resultados do teste à ausência de heterocedasticidade nos resíduos do modelo *GARCH* (1,1) para a taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Teste <i>ARCH-LM</i>		
	Estatística F	Estatística χ^2
Modelo <i>GARCH</i> (1,1)	1,105106	1,105343

Notas: Para calcular o valor do teste do Qui-Quadrado consideram-se dez graus de liberdade. ** Denota um nível de significância de 1%.

Como não se rejeita a Hipótese Nula de não existir heterocedasticidade então, pode concluir-se que a escolha deste modelo foi adequada para capturar este efeito nos dados, o que justifica a utilização de modelos de heterocedasticidade condicionada. Isto evidência ainda mais a certeza de que existem *clusters* na volatilidade da taxa de câmbio USD/GBP, no período em análise.

A estes resultados junta-se o correlograma do quadrado dos resíduos onde também se rejeita a Hipótese Nula, que comprova novamente a existência de heterocedasticidade nos resíduos do modelo em estudo.

Apresenta-se de seguida na Figura 4.17. o correlograma do quadrado dos resíduos do modelo *GARCH* (1,1).

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1			-0.016	-0.016	1.1160	0.291
2			-0.028	-0.028	4.3119	0.116
3			-0.020	-0.021	6.0531	0.109
4			-0.013	-0.014	6.7156	0.152

Figura 4.17. Correlograma do quadrado dos resíduos do modelo *GARCH* (1,1) para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

É evidente a presença de *clusters* na volatilidade, bem como a captura na íntegra os efeitos ARCH, tendo em conta que após ser estimada já não se encontra nenhuma prova de heterocedasticidade condicionada nos resíduos.

Para finalizar e completar a estimação do modelo, segue-se a Figura 4.18. que demonstra o histograma dos resíduos do modelo *GARCH* (1,1).

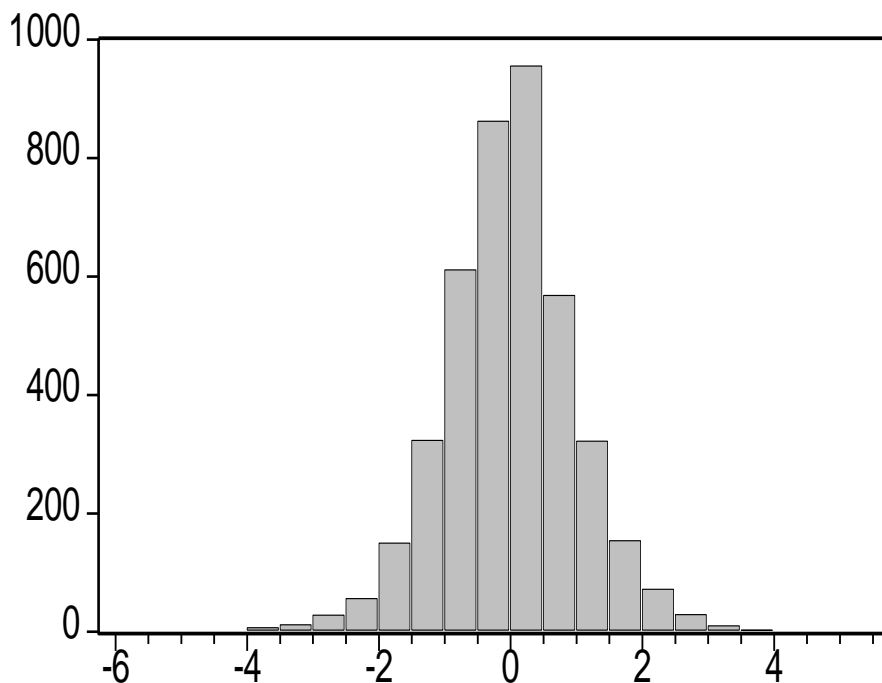


Figura 4.18. Histograma dos resíduos do modelo *GARCH* (1,1) para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Para completar o histograma, é necessário apresentar por fim a Tabela 4.10. que apresenta os valores obtidos nos resíduos do modelo *GARCH* (1,1), onde são evidentes as diferenças face aos valores obtidos inicialmente.

Tabela 4.10. Tabela dos resíduos do modelo *GARCH* (1,1) para as rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014

Período: 20 de Julho 1998 a 11 de Julho 2014	
Estatísticas	USD/GBP
Média	0,004046
Desvio-Padrão	1,001801
Simetria	-0,016071
Curtose	-4,344022
<i>Jarque-Bera</i>	313,8901

Tal como se pode observar pela tabela, neste caso, a média é positiva e apresenta um valor mais afastado de zero, face às médias calculadas inicialmente. O desvio-padrão por sua vez, também expõe um valor bastante mais elevado face aos anteriores.

Por outro lado, a curtose que nas análises anteriores apresentou sempre valores elevados (>3) e positiva, para este teste é negativa (<3), o que significa que a distribuição é platicúrtica, ou seja, a curva do histograma apresenta-se mais achatada. Tal é possível de verificar face aos resultados, que nos primeiros casos o máximo encontrava-se entre 1000 e 1200 e agora nesta situação o máximo é inferior a 1000. Portanto, os valores são mais reduzidos, e a curva torna-se mais achatada, ao contrário do que acontecia inicialmente, que era alongada. Com estes resultados, pode ainda dizer-se que os resíduos não seguem uma distribuição normal, visto que a curtose se encontra inferior a 3.

Por fim, no teste de *Jarque-Bera* face aos valores elevados também obtidos anteriormente, o mesmo não se verifica nesta situação.

4.4. Análise e conclusão do estudo

Concluindo o estudo efectuado ao longo do capítulo, importa por fim apresentar as principais conclusões retiradas através dos valores obtidos com a realização de todos os testes que foram efectuados.

Inicialmente e tendo em conta os preços originais da taxa de câmbio USD/GBP, já era possível verificar a existência de alguns períodos de maior oscilação, face a subidas repentinas e elevadas em determinados dias, ou a situação contrária, onde existem descidas muito evidentes. Não há dúvida que as crises e acontecimentos que marcaram os anos de análise da taxa de câmbio, foram em muitos casos os principais causadores das maiores variações do activo, sendo a principal a crise que surgiu nos EUA a partir de 2008. Tendo-se optado por estudar e analisar os valores através das rendibilidades dos preços diários da taxa de câmbio, era fundamental calcular as rendibilidades através do logaritmo, e só assim seria possível verificar a dependência que existia nos valores, face aos dias imediatamente anteriores. Com a realização dos principais testes que permitem avaliar as estatísticas descritivas, a autocorrelação, a heterocedasticidade e a estacionariedade dos valores das rendibilidades, foi possível perceber se a estimação do modelo *GARCH* (1,1) seria adequada ou não, para evidenciar a existência de *clusters* na volatilidade deste activo. Conforme foi possível de verificar, e tendo em conta a Hipótese Nula estabelecida para todos os testes, apenas seria possível se não existisse autocorrelação nos resíduos, e por outro lado, a existência de estacionariedade e heterocedasticidade. Nos dois últimos foi possível verificar com a realização dos testes escolhidos inicialmente, mas a autocorrelação teve de ser testada segundo o modelo *AR* (p), para o resíduo *AR* (2), onde já foi possível verificar a inexistência de autocorrelação e foi por isso capturada a dependência linear dos resíduos.

Com isto, foi então possível estimar o modelo *GARCH* (1,1) que tratando-se de um modelo heterocedástico, era importante verificar que a mesma existia nos valores dos resíduos. Visto que os resultados confirmaram este conceito, então conclui-se que o modelo escolhido, foi o mais adequado para a estimação da volatilidade condicionada da taxa de câmbio USD/GBP.

V. Conclusão

Através da realização desta investigação, pretendeu-se essencialmente efectuar uma revisão bibliográfica dos principais aspectos relacionados com o mercado cambial e a volatilidade, nomeadamente nas taxas de câmbio. Basicamente o principal objectivo era detectar e analisar a existência de *clusters* na volatilidade na série temporal das rendibilidades diárias da taxa de câmbio USD/GBP.

A modelação da volatilidade condicionada tornou-se ao longo de vários estudos como uma medida de risco, apresentando uma elevada importância tanto para investigadores, como para empresários, investidores, etc. com o intuito de analisarem o comportamento da volatilidade nos activos. Visto existirem diversas características na volatilidade, principalmente os factos estilizados, optou-se por estudar os *clusters*, visto oferecerem uma análise bastante fiável para a área financeira, no momento da tomada de decisão.

Ao longo dos anos foram muitos os investigadores que basearam o seu estudo no mercado cambial, face à criação de taxas de câmbio, com o objectivo de dinamizar e possibilitar ainda mais o aumento das transações a nível internacional, tendo em conta o facto de existirem momentos de maiores/menores oscilações.

Para este estudo, optou-se pela moeda de dois continentes diferentes, que envolvessem duas grandes economias: EUA e Reino Unido. Daqui surge a escolha da taxa USD/GBP, onde se observaram os seus preços durante 15 anos. Ao analisar-se o comportamento ao longo dos 15 anos, foi possível verificar e comparar os momentos de maior subida ou descida. Prever e criar expectativas face ao futuro, tendo em conta o que ocorreu no passado, pode ajudar na tomada de decisão em relação aos preços futuros dos activos.

Desta forma, e tendo por base a modelação da volatilidade condicionada, surgem os modelos autorregressivos de heterocedasticidade *ARCH*, em que a variância depende dos seus valores passados, mas visto apresentar algumas limitações, foi melhorado e desenvolvido para o modelo *GARCH*. Com isto, e após ter sido efectuado um estudo alargado acerca do funcionamento do mercado cambial, bem como das suas componentes e características e também o estudo da volatilidade face ao seu conceito, modelação e comportamentos, procurou-se então colocar em prática o estudo da dinâmica do comportamento da taxa de câmbio USD/GBP.

Inicialmente a análise baseou-se nos preços médios diários da amostra no período de 20 de Julho de 1998 a 11 de Julho de 2014, onde foi possível desde logo, verificar a presença de períodos de elevadas oscilações e de comportamentos não normais. Ou seja, isto evidenciou a confirmação da existência de *clusters* na volatilidade, comportamento este que é comum em diversas séries financeiras de diferentes mercados. Face a este tema, é de salientar que se comprovou o facto de períodos de alta volatilidade tenderem a ser seguidos por períodos também de alta volatilidade, ou vice-versa.

Para o restante estudo foram calculadas as rendibilidades dos preços diários da amostra, sendo estes os valores que foram utilizados nos testes ao longo de todo o caso prático. Através da análise gráfica da evolução das rendibilidades, foi evidente a existência mais uma vez de *clusters*, sendo o maior registado em 2008. Conclui-se de igual forma, com a análise do histograma e das estatísticas descritivas que a amostra não segue uma distribuição normal, que foi ainda comprovada com o teste de *Jarque-Bera* onde se rejeitou a hipótese de normalidade. Tendo em conta ainda a existência de curtose, também evidente no histograma e que o grau de achatamento evidência que é superior a 3, pode concluir-se que a distribuição das rendibilidades é leptocúrtica.

Numa segunda fase, foi necessário antes de estimar os modelos propriamente ditos, verificar alguns pressupostos que tornariam os resultados mais fiáveis. Para tal foi testada a estacionariedade da série, que através dos testes ADF e KPSS se verificou em ambos que é estacionária. Quanto à autocorrelação testou-se através do teste de *Ljung-Box* e de Breusch-Godfrey que em ambos se verifica a existência de autocorrelação, e tendo em conta que um dos pressupostos necessários é o facto de não existir autocorrelação na série, teve de se capturar a dependência linear recorrendo ao teste *AR (p)* onde se analisaram os resíduos para um modelo *AR (2)*. Através deste foi então possível capturar a dependência linear, onde se concluiu que não existe autocorrelação. Por fim, procedeu-se ao teste de heterocedasticidade utilizando o modelo *ARCH-LM*, que implicava segundo os pressupostos que a série se apresentasse heterocedástica. Com os resultados obtidos, verificou-se a existência da mesma, pelo que a partir daqui se concluiu que já era possível passar à estimação do modelo *AR-GARCH*. A escolha deste deveu-se ao facto de ser um modelo mais parcimonioso em relação ao *ARCH*. Através dos resultados obtidos pode comprovar-se através do mesmo que não existe heterocedasticidade, pelo que se pode concluir que este foi o teste mais adequado para capturar os efeitos nos dados, justificando-se por isso a necessidade de modelos de heterocedasticidade condicionada.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, M. A. – **Análise de Clusters e Volatilidade de Índices de Acções**. Lisboa: Dissertação de Mestrado, ISCAL, 2010
- BENTES, Sónia Margarida Ricardo – **Sobre a Medição da Volatilidade nos Mercados Bolsistas Internacionais: Evidência dos países do G7**. Lisboa: Edições Colibri/Instituto Politécnico de Lisboa, 2011. ISBN 978-989-689-124-4
- BENTES, S. R.; MENEZES, R.; MENDES, D. A. – *Long Memory and volatility clustering: Is the empirical evidence consistente across stcok markets? Physica A* 387 (2008) 3826-3830
- BERA, A., e HIGGINS M. - *ARCH Models: properties, estimation and testing. Journal of Economic Surveys* 7, 1993, 305-366
- BOLLERSLEV, Tim - *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. Journal of Econometrics* 31 (1986), 307-327
- BOLLERSLV, T. ; CHOU, R. Y. ; KRONER, K. F. - *ARCH Modelling In Finance - A review of the theory and empirical evidence. Journal of Econometrics* 52, 1992, No 1/2, pp 5-59
- BOWERMAN, B. L. e O'CONNEL, R. T. - *Time series and forecasting*, California, Duxbury, 1979
- BROOKS, C. - *Introductory econometrics for Finance*. The ISMA Centre, University of Reading, Cambridge Press, 2002
- BOX, G.E.P. JENKINS, G.M. - *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (Holden Day, 2nd ed., San Francisco), 1976
- CMVM – **Posição Longa, Curta, Fechada e Quadrada**. Disponível em [http://www.cmvm.pt/CMVM/Recomendacao/Recomendacoes/Documents/Gloss%C3%A1rio_300611%20\(2\).pdf](http://www.cmvm.pt/CMVM/Recomendacao/Recomendacoes/Documents/Gloss%C3%A1rio_300611%20(2).pdf) – Consultado em 02/07/2014

CONT, Rama – *Volatility Clustering in Financial Markets: Empirical Facts And Agent-Based Models*. Centre de Mathematiques appliquées, Ecole Polytechnique, 2001

ENGLE, Robert – *Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation*. *Econometrica*. ISSN 0012-9682. 50:4 (1982) 987-1007.

Factores que influenciam as taxas de câmbio. Disponível em <http://www.roboforex.pt/beginner/start/fundamental-analysis/Taxa-de-cmbio-e-seus-componentes/> - Consultado em 22/06/2014

FERNANDES, José Pedro – **Elementos de Economia Política Internacional**. 2ª ed. Coimbra: Edições Almedina, 2012. ISBN 978-972-40-5115-4

FERRAZ, António Mendes da Silva - **Economia Monetária Internacional. Teoria e Prática**. Lisboa: Escolar Editora, 2002. ISBN 972-592-132-1

FERREIRA, Domingos - **Opções Financeiras: Gestão de Risco, Especulação e Arbitragem**. 2ª ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2009. ISBN 978-972-618-519-2

Funções do mercado cambial. Disponível em <http://www.preservearticles.com/2012012721683/what-are-the-functions-of-the-foreign-exchange-market.html> - Consultado em 5/5/2014

GRANGER, C., e MACHINA M. J. - *Structural attribution of observed volatility clustering*. *Journal of Econometrics* 135 (2006) 15-29

GROSSMAN, S. J. e SHILLER, R. J. – *The determinants of the variability of stock market prices*. *The American Economic Review* 71, 2, *Papers and proceedings of the Ninety-Third Annual Meeting of the American Economic Association* (1981), 222-227

HAAN, W. J., e SPEAR S.A. - *Volatility clustering in real interest rates: Theory and evidence*. *Journal of Monetary Economics* 41 (1998) 431-453

HAMILTON, J. D.; SUSMEL, R. – *Autoregressive conditional heteroskedasticity and changes in regime*. *Journal of Econometrics* 64 (1994), 307-333

Importância dos Bancos Centrais e Taxas de Juro. Disponível em <http://finance.yahoo.com/currency-investing> - Consultado em 02/09/2014

KENDALL, M. G. – *The Analysis of Economic Time-Series-Part I: Prices.* *Journal of the Royal Statistical Society.* Series A (General), Volume 116, Issue 1 (1953), 11-34

MACKINNON, J. G. – *Numerical distribution functions for unit root and cointegration testes.* *Journal of Applied Econometrics* 11 (1996) 601-618

MANDELBROT, B. B. – *The variation of certain speculative prices.* *Journal of Business* 36 (1963), 394-419

MARQUES, Walter - **Moeda e Instituições Financeiras.** 2ª ed. Lisboa: Publicações D. Quixote, 1998. ISBN 972-20-0908-7

MEDEIROS, Eduardo Raposo - **Economia Internacional.** 7ª ed. Lisboa: ISCSP, 2003. ISBN 972-8726-24-4

MENDONÇA, António – **Câmbios, Financiamento e Risco.** Lisboa: ISEG, 1992. ISBN 972-8092-02-4

MENDONÇA, António; FAUSTINO, Horácio Crespo; BRANCO, Manuel; FILIPE, João Paulo - **Economia Financeira Internacional.** Lisboa: McGraw-Hill, 1998. ISBN 972-773-005-1

PORFÍRIO, José António - **Gestão Financeira Internacional.** Lisboa: Editora Rei dos Livros, 2003. ISBN 972-51-1045-5

SANTIS, G. e IMOROHOROGLU S. - *Stock returns and volatility in emerging financial markets.* *Journal of International Money and Finance* 16 (4) (1997) 561-579

SAMUELSON, Paul; NORDHAUS, William - **Economia.** AMGH Editora, 2010. ISBN 978-989-97172-3-7

SIKLOS, P.L. e SKOCZYLAS L.F. - *Volatility clustering in real interest rates: international evidence.* *Journal of Macroeconomics* 24 (2002) 193-209

SILVA, Eduardo Sá; MOTA, Carlos; QUEIRÓS, Mário; PEREIRA, Adalmiro –
Finanças e Gestão de Riscos Internacionais. Porto: Vida Económica, 2013. ISBN
978-972-788-730-9